

Instruktioner till Excel-beräkningsbotten för dimensionering

Självstudieinstruktioner för skapandet av beräkningsbotten för dimensionering av armeringsbehov för en betongvägg

Björn Winberg

Examensarbete för byggmästare (YH)-examen

Utbildning för byggnads- och samhällsteknik

Raseborg 2022

EXAMENSARBETE

Författare: Björn Winberg

Utbildning och ort: Utbildningen för Byggnads- och samhällsteknik, Byggmästare (YH), Raseborg

Inriktning:

Handledare: Johan Degerlund

Titel: Instruktioner till Excel-beräkningsbotten för dimensionering

Datum: 06.02.2022 Sidantal: 30

Bilagor: 2

Abstrakt

Detta är ett examensarbete för byggmästare (YH) -examen. Examensarbetet är till sin omfattning 10 studiepoäng. Examensarbetets ämne är användningen av Excel-beräkningsbotten som ett verktyg för dimensionering av konstruktioner inom byggbranschen. Examensarbetet vänder sig särskilt till studenter vid yrkeshögskolor inom byggnadsområdet.

Arbetet beskriver tydligt och enkelt instruktionerna för att skapa Excel-beräkningsbotten för en byggstudent som går dimensioneringskurser. I instruktionerna används som exempel en beräkningsbotten för dimensionering av armering till en betongvägg.

Olika beräkningsbottnar används flitigt inom byggbranschen idag, men det finns inte tid att sätta sig in i deras användning i utbildningen, så att bekanta sig med kalkylprogram är i stort sett begränsat till studentens eget ansvar eller till praktikperioden. Beräkningsbotten i kalkylprogram är ett användbart dimensioneringsverktyg för byggstuderanden under både studietiden och arbetskarriären.

Examensarbetet lämpar sig som självstudiematerial utöver dimensioneringskurser för studenter som vill ha ett lättanvänt verktyg för att utföra beräkningar självständigt utan att behöva återvända för att söka efter detaljerad teoretisk information i källmaterialet.

Språk: svenska

Nyckelord: Excel, dimensionering, betongvägg, beräkningsbotten, självstudiematerial

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Björn Winberg

Koulutus ja paikkakunta: Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, rakennusmestari (AMK), Raasepori

Suuntautumisvaihtoehto:

Ohjaaja(t): Johan Degerlund

Nimike: Ohjeet Excel-laskentapohjan tekoon betoniseinän raudoituksen mitoituslaskemille

Päivämäärä: 06.02.2022 Sivumäärä: 30

Liitteet:2

Tiivistelmä

Tämä on rakennusmestari (AMK) -tutkintoon kuuluva opinnäytetyö, joka on 10 opintopisteen laajuinen. Opinnäytetyön aiheena on Excel-laskentapohjien käyttö mitoituslaskelmien apuvälineenä rakennusalalla. Opinnäytetyö on suunnattu erityisesti rakennusalan ammattikorkeakouluopiskelijoille.

Työssä kuvataan selkeästi ja yksinkertaisesti ohjeet Excel-laskentapohjan toteuttamiseen mitoituskursseja käyvälle rakennusalan opiskelijalle. Ohjeissa käytetään esimerkkinä betoniseinän raudoituksen mitoituslaskelmia.

Erilaiset laskentaohjelmat ovat nykypäivänä rakennusalalla laajasti käytössä, mutta koulutuksessa näiden käyttöön ei ehditä laajalti perehtyä, joten laskentaohjelmiin tutustuminen rajoittuu pitkälti opiskelijan omalle vastuulle tai opintoihin kuuluvaan harjoitteluun. Taulukkolaskentaohjelmat ja niihin tehtävät laskentapohjat ovat hyödyllinen työkalu rakennusalan opiskelijalle ja alalla työuraansa aloittelevalle.

Opinnäytetyö sopii itseopiskelumateriaaliksi mitoituskurssien ohella opiskelijalle, joka haluaa helppokäyttöisen työkalun laskutoimitusten itsenäiseen suorittamiseen ilman tarvetta palata etsimään yksityiskohtaista teoriatietoa lähdemateriaalista.

Kieli:

Avainsanat: betoniseinä, Excel, itseopiskelumateriaali, laskentapohja, mitoitus, raudoitus, taulukkolaskenta

BACHELOR'S THESIS

Author: Björn Winberg

Degree Programme: Construction and Civil Engineering, Construction Management

Specialisation:

Supervisor(s): Johan Degerlund

Title: Instructions for Making an Excel Calculation Template for Dimensioning Calculations for Concrete Wall Reinforcement

Date: 06.02.2022

Number of pages: 30

Appendices: 2

Abstract

This is the Degree Thesis of the Bachelor's Degree in Construction Management. The extent of the Degree Thesis is in total 10 ECTS. The topic of the thesis is the use of Excel calculation templates as a tool for dimensioning calculations in the construction industry. The thesis is aimed especially at students of universities of applied sciences in the field of construction.

The work clearly and simply provides instructions for implementing an Excel calculation template for a construction student taking dimensioning courses. The guidelines use dimensioning calculations for concrete wall reinforcement as an example.

Various calculation programs are widely used in the construction industry today, but there is no time to get acquainted with their use in education. Getting acquainted with the calculation programs is largely limited to the student's own activity or can be done during internship. Spreadsheet programs and the spreadsheets made for them are a useful tool for students in the construction industry and those starting their careers in the field.

The thesis is suitable as self-study material in addition to dimensioning courses for students who want an easy-to-use tool for performing calculations independently without the need to return to search for detailed theoretical information in the source material.

Language:

Key words: calculation template, concrete wall, dimensioning, Excel, reinforcement, self-study material, spreadsheet

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Bakgrund	2
1.2	Mål.....	2
1.3	Historia.....	2
1.4	Excel i ingenjörstudier	3
1.5	Val av programvara	3
2	Metoder.....	4
3	Uppbyggandet av ett Excel-beräkningsbotten.....	5
3.1	Funktioner.....	5
3.2	Datasida.....	6
3.3	Inmatnings- och beräkningssida	10
3.4	Beräkningar	15
3.5	Resultat av beräkningar.....	25
3.6	Granskning av beräkningsbotten.....	26
4	Diskussion.....	27
5	Källförteckning.....	28

Figurförteckning

Figur 1. Combo boxens visuella utseende. (Winberg, 2021)	10
Figur 2. Combo box. (Winberg, 2021).....	11
Figur 3. Form control, inmatning av input range och cell link. (Winberg, 2021).	12
Figur 4. Namnge celler. (Winberg, 2021).	14
Figur 5. Format cells, custom. (Winberg, 2021).	18
Figur 6. Samverkansdiagram. (Winberg, 2021).....	21
Figur 7. Conditinal formattning. (Winberg, 2021).....	23
Figur 8. Formattning rule. (Winberg, 2021).	24
Figur 9. Resultaten av beräkningarna. (Winberg, 2021).....	25
Figur 10. Formation av cell. (Winberg, 2021).	26

Tabellförteckning

Tabell 1. Betongens hållfasthets- och deformationsegenskaper.....	6
Tabell 2. Betongens dimensionerande tryck- och draghållfasthetsvärden	7
Tabell 3. Armeringens egenskaper	7
Tabell.4Armeringens stängernas areor	8
Tabell 5. Armeringens information för användning av combo box.	8
Tabell 6. Betongens information för användning av combo box.....	9
Tabell 7. Betongens hållfasthetsvärden för combo box.....	12
Tabell 8. Index för betongkvalitetsnummer	13
Tabell 9. Demonstration av index-funktion i Excel.....	13
Tabell 10. Markerat information för combo box.	15
Tabell 11. Inmatningssidan i Excel	16
Tabell 12. Utseendet på värden i name manager.	17
Tabell 13. Första beräkningarna.....	18
Tabell 14. Skärmbild av beräkningar utförda del 1 av 3 i Excel.	19
Tabell 15. Skärmbild av beräkningar utförda del 2 av 3 i Excel.	20
Tabell 16. Noggrannare demonstrerat beräkning av Med.....	20
Tabell 17. Ceiling funktion	20
Tabell 18. Skärmbild av beräkningar utförda del 3 av 3 i Excel.	22
Tabell 19. Demonstrerat automatiska målningen av cell ifall svaret överskrider maxvärdet.....	23

Bilageförteckning

Bilaga 1. Inmatning-, beräknings- och resultatmodell. (1).....	29
Bilaga 2. Databladssidan. (1).....	30

1 Inledning

En väsentlig del av utbildning inom byggnadsteknik handlar om dimensionering av konstruktioner i betong, stål och trä.

I Nationalencyklopedin beskrivs dimensionering som ”fastställande av de dimensioner eller den kapacitet som en byggnads- eller maskindel, en väg eller ett kommunikationsmedel bör ha med hänsyn till givna normer och ställda krav.” (Nationalencyklopedin, 2022)

Enklare förklarar så är dimensionering ett brett område med mycket information från standarder, nationella bilagor, böcker och Rt-kartotek mm. Under utbildningen inom byggnadsteknik handlar det om att lära sig tillämpa alla dessa källor och kunna dimensionera olika konstruktioner i sedvanlig svårighetsklass. (Lindholm, 2014)

Dimensioneringen som lärs ut i utbildningen är en för hand gjord beräkning av kapacitet för olika byggnadsdelar och vad som krävs för x last. I företagsvärlden utförs alltmer av dessa beräkningar med hjälp av olika programvaror.

En fördel med att bygga upp egna Excel-beräkningsbottnar är att man verkligen måste förstå teorin bakom beräkningarna och därmed kan utveckla sina beräkningar och enkelt ändra när man bygger upp sina egna bottnar.

Företagen inom projekteringsbranschen brukar ofta ha egna Excel-beräkningsmallar som delas inom företaget, vissa mera utvecklade än andra. Så finns det en hel del kommersiella program som experter har utvecklat, en av de mer avancerade som klarar av att dimensionera ett brett område på är t.ex. Tekla Tedds.

En nackdel av att använda sig av program och tillförlita sig fullständigt på dem, är att man lätt glömmer teorin bakom beräkningarna och i stället litar på programmet. Det kan enkelt leda till att man börjar använda sig av program som direkt matar ut värdet från så kallade ”black box” -lösare. Ifall man föredrar det så kallade ”old school” alltså att använda sig av pålitliga ingenjörsteoriböcker, men ändå vill lite automatisera så är Excel ett bra alternativ. Speciellt om man själv utvecklar sina egna beräkningsbottnar, så hålls teorin bakom beräkningarna i minnet. (Doyle, 2007, s. 80)

1.1 Bakgrund

Jag började utveckla några beräkningsmallar redan under andra läsåret i kurserna Träkonstruktioner 1 och Betong- och murade konstruktioner 1. Dessa mallar var till exempel för dimensionering av en träpelare i en vägg. Efteråt började jag inse hur värdefulla dessa enkla mallar kan vara i ett senare skede. Under kursen Träkonstruktioner 2 började jag utföra en mer omfattande beräkningsmall med bättre visuellt utseende och användarvänlighet. I Betongkonstruktioner 2 utförde jag av alla beräkningstyper ett eget beräkningsbotten, dock har det varit mer tidskrävande men samtidigt lärorikt. I botten finns färdigt alla nödvändiga koefficienter och anteckningar, vilket underlättar beräkningarna när man inte behövs gå igenom standarder och förhandskrivna anteckningar på nytt.

Enligt Lantushenko et al. (2018, s. 892) har kamratundervisning i användning av Excel gett goda resultat och kunde vara en möjlighet till integrering av Excel i undervisningen. Detta skulle förbättra undervisningen och användning av Excel i undervisningen vilket skulle kunna inspirera studeranden till att utföra fler beräkningar och få beräkningsbottnar som hen kan använda senare för att återkomma till teorin enklare.

1.2 Mål

I examensarbetet beskriver jag detaljerat uppbyggnadsprocessen av en beräkningsbotten. Motivet till examensarbetet var att kunna ge andra studerande en inblick i att göra beräkningsmallar med urklipp ur standarder och andra väsentliga källor vid sidan om utbildningen. Jag själv anser att beräkningsmallarna har hjälpt mig mycket under utbildningen och förmodligen kommer de att vara nyttiga i arbetslivet också, när de är lätta att återkomma till och hjälper med att upprepa och förstå beräkningarna och teorin till de olika delarna. Målet med examensarbete är att studeranden skulle klara av att göra sina egna beräkningsbottnar.

1.3 Historia

VisiCal för Apple 2 var det första kalkylprogrammet som var förmånligt och inga programmeringskunskaper krävdes, detta utgavs år 1979. Fem år senare utgavs Lotus 1-2-3 för MS-DOS vilket hade betydligt bättre egenskaper än VisiCal, var användarvänligare, hade bättre prestanda och grafikgeneration. 1987 kom ut första versionen av Microsoft Excel som var det första programmet som var kompatibelt med Windows och är ännu idag det mest använda kalkylprogrammet. (Zsók;Horváth;& Csató, 2013)

1.4 Excel i ingenjörstudier

Inläring inom naturvetenskapliga- och ingenjörämnen utbildas genom teori och experiment eller visuella inläringssätt. Där skulle Excel kunna integreras allt mer in i undervisningen och ge studeranden inspiration till att utföra beräkningar. Excel är ett bra program där får man enkelt svaren till grafer, speciellt där konkreta experimentatorer kan vara svåra att utföra eller har inte tillgång till labbutrustning. (Ibrahim, 2009)

Excel är en del av Microsoft Office -365 paketet som används globalt. Enligt litteraturen används Excel runt om i världen inom ingenjörutbildning. Automatisering och kommunikationsteknik blir allt allmännare och därmed blir ingenjörarbete allt mer frågan om användning av datorer till att utföra olika uppgifter.

1.5 Val av programvara

Beräkningsmallarna som tas upp i arbetet är utförda i Excel. Valet till programvaran kom av några anledningar. Först och främst är Excel lätt tillgängligt och tidigare erfarenhet finns bland studeranden.

Som en enkel bakgrundskontroll över hur studeranden inom byggnadsteknik i Yrkehögskolan Novia i Raseborg själv evaluerar sitt kunnande i Excel framställde jag ett kort frågeformulär.

Utöver de kurser som behandlar och direkt tar upp Excel i undervisningen, tänker jag främst på att olika dimensionerings kurser inom trä, stål och betong men även byggnadsmekanik och statikkurserna skulle kunna integrera användning av Excel anser jag själv. Eftersom det är krävande kurser och skulle enkelt kunna ge extra motivation till studeranden och bättre förståelse till teorin bakom statikberäkningar.

Andra alternativ för dimensioneringsberäkningarna är Mathcad och Tekla Tedds. En stor orsak varför det lönar sig använda Excel i stället för Mathcad är kommunikationen till andra program. Tekla Structure kan relativt enkelt länkas till Excel via Open API – gränssnitt, jämfört med Mathcad som det inte är möjligt att direkt länkas till Excel. Dock så är det möjligt att länka Mathcad med Tekla Structure med hjälp av Visual Studio – programmet, med hjälp av en plugin – Component, med C# programmeringsspråket, men detta kräver avancerade programmeringskunskaper. (Leikas, 2011)

2 Metoder

Beräkningsbotten som presenteras i detalj som exempel i examensarbetet är för dimensionering av armering till en betongvägg. Andra ordningens dimensionerande moment har beräknats enligt metoden för nominell krökning. Metoden för nominell krökning är en av två handberäkningsmetoder och är den metod som tas upp i Yrkeshögskolan Novias Byggnads- och samhällsteknikutbildningens kurs Betongkonstruktioner 2. Andra metoden är metoden för nominell styvhet. Den kommer inte att tas upp i arbetet eftersom den inte används i utbildningen.

I kapitel 3 kommer det att tas upp i mer detalj, hur beräkningsbotten är uppbyggda. Det kräver dock baskunskaper i Excel för att kunna följa och göra egna beräkningsbotten. Teorin bakom beräkningarna går inte igenom i arbetet. I instruktionerna används Excel-versionen Excel för Microsoft 365 MSO (16.0.13801.21050) 64-bit på engelska.

3 Uppbyggandet av ett Excel-beräkningsbotten

I detta kapitel går det igenom hur ett beräkningsbotten byggs upp från början, med enkla steg och utan krav på omfattande förkunskaper i Excel. Som exempelmall kommer det att tas upp i mer detalj hur armeringen till en betongvägg dimensioneras. I mallen kommer lastfallen inte att beräknas eller förklaras utan lasterna måste räknas ut på andra plattformar. Uppbyggnaden av mallen kommer att följa metoden för nominell krökning som är en av metoderna som lämpar sig för beräkning för hand. Metoden för nominell krökning är beräkningsmetoden som går igenom under kursen Betongkonstruktioner 2 som har sin uppbyggnad långt från boken BY 211 osa 2 (Suomen Betoniyhdistys ry, 2014). I examensarbete används (SFS-EN 1992-1-1 + A1 + AC, 2015) versionen som går under namnet Eurokoodi 2: Betonirakenteiden suunnittelu. Osa 1–1: yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt och kommer att förkortas EC 2.

3.1 Funktioner

Här är en lista av de mest använda funktioner i Excel:

- *Min* = minsta värde av ett antal värden. Kan användas till en del dimensionerings villkor, t.ex. Max avstånd mellan stängerna ($S_{v,max} = \min(3h) \text{ eller } 400\text{mm}$).
- *Max* = största värde av ett antal tal, t.ex. Dimensionerande moment $MED = \max(m_0, \min) \text{ el. } (m_0e + m_2) \text{ el. } (m_02)$.
- *Ceiling* = används för att avrunda uppåt till ett visst antal t.ex. till hela hundra delar i arbetet används det för att avrunda till hela 0,05 tal som anges är 0,1715 \rightarrow 0,20 så fås rätt samverkansdiagram skrivs i Excel $=\text{CEILING}(d_h;0,05)$.
- *Floor* = används för att avrunda neråt till ett visst tal, t.ex. för att få indelning på byglarna till hela 50 tal ($172,17 \rightarrow 150\text{mm}$) skrivs i Excel $=\text{FLOOR}(D91;50)$.
- *If* = Anger vilket logiskt test som ska utföras. Kan användas för att se om andra dimensionerande moment behövs tas i beaktande eller inte, så står det vilkendera det är frågan om $=\text{IF}(\lambda > \lambda_{lim}; "2:a \text{ ordningens moment bör tas i beaktande eftersom } \lambda > \lambda_{lim}"; "2:a \text{ ordningens moment behövs ej tas i beaktande eftersom } \lambda < \lambda_{lim}"))$. Det är viktigt att använda sig av citeringstecken (") ifall man vill skriva text in i funktionen, gäller även i andra situationer.

3.2 Datasida

Datablad är viktigt att bygga upp i ett tidigt skede. Det lönar sig att börja med betongens hållfasthets- och deformationsegenskaper från tabellen EC 2, Taulukko 3.1 Betonin lujuus- ja muodonmuutosominaisuudet (SFS-EN 1992-1-1 + A1 + AC, 2015, s. 30). I tabellen finns det betongens alla hållfasthets- och deformationsegenskaper samt färdigt uträknat en del värden. Till dessa lönar det sig att tillägga egna beräkningar enligt tabell 1, bl.a. betongens dimensionerande tryck- och draghållfasthetsvärden. När man bygger upp nya beräkningar är det lämpligt att använda informationen från datasidan, i stället för att räkna dessa värden flera gånger.

Tabell 1. Betongens hållfasthets- och deformationsegenskaper

		Taulukko 3.1 Betonin lujuus- ja muodonmuutosominaisuudet														
Betonin lujuusluokka		Analyttinen yhteysväittaus														
		C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60	C55/67	C60/75	C70/85	C80/95	C90/105	
f_{ck}	(MPa)	12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90	
$f_{tk,rand}$	(MPa)	15	20	25	30	37	45	50	55	60	67	75	85	95	105	
f_{td}	(MPa)	20	24	28	33	38	43	48	53	58	63	68	78	88	98	
$f_{td,rand}$	(MPa)	1,6	1,9	2,2	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,2	4,4	4,6	4,8	5	
$f_{th,1,35}$	(MPa)	1,1	1,3	1,5	1,8	2	2,2	2,5	2,7	2,9	3	3,1	3,2	3,4	3,5	
$f_{th,1,35}$	(MPa)	2	2,5	2,9	3,3	3,8	4,2	4,6	4,9	5,3	5,5	5,7	6	6,3	6,6	
E_{cm}	(GPa)	27	29	30	31	33	34	35	36	37	38	39	41	42	44	
ϵ_{c1}	(%)	1,8	1,9	2	2,1	2,2	2,25	2,3	2,4	2,45	2,5	2,6	2,7	2,8	2,8	
ϵ_{cu1}	(%)	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,2	3	2,8	2,8	
ϵ_{c2}	(%)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	
ϵ_{cu2}	(%)	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,1	2,9	2,7	2,6	2,6	
n		2	2	2	2	2	2	2	2	2	1,75	1,6	1,45	1,4	1,4	
ϵ_{c3}	(%)	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,8	1,9	2	2,2	2,3	
ϵ_{cu3}	(%)	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,1	2,9	2,7	2,6	2,6	
Normalisti valittava ja tilapäinen																
Räknat med					1			0,7			0,8			0,6		
betonin γ_c		1,5														
$f_{td,rand}$	(MPa)	0,73	0,87	1,00	1,20	1,33	1,47	1,67	1,80	1,93	2,00	2,07	2,13	2,27	2,33	
f_{td}	(MPa)	6,80	9,07	11,33	14,17	17,00	19,83	22,67	25,50	28,33	31,17	34,00	39,67	45,33	51,00	
$f_{td,rand}$	(MPa)	0,44	0,52	0,60	0,72	0,80	0,88	1,00	1,08	1,16	1,20	1,24	1,28	1,36	1,40	
$f_{td,rand}$	(MPa)	5,60	7,47	9,33	11,67	14,00	16,33	18,67	21,00	23,33	25,67	28,00	32,67	37,33	42,00	

(SFS-EN 1992-1-1 + A1 + AC, 2015)

Börja med att gå till EC 2 s.30 Taulukko 3.1 Betonin lujuus- ja muodonmuutosominaisuudet och gör en tabell enligt tabell 1, finns även som bilaga i förstorad version, tabellen kommer att användas senare i beräkningarna. Lägg därefter till egna värden i tabellen neråt med beräkningar på betongens dimensionerande tryck- och draghållfasthetsvärden för både armerade och oarmerade betongkonstruktioner. Det lönar sig att referera till partialkoefficienter i beräkningarna. Då blir det lätt att ändra partialkoefficienterna ifall man dimensionerar även i andra länder med olika partialkoefficienter. Beroende på vilken dimensioneringssituation man dimensionerar så kan partialkoefficienten γ_c variera mellan

1.2 och 1.5. Detta påverkar betongens dimensionerande tryck- och draghållfasthetsvärden f_{cd} och f_{ctd} mm. Det är demonstrerat i tabell 2 hur detta kan förverkligas.

Tabell 2. Betongens dimensionerande tryck- och draghållfasthetsvärden

Normaalisti vallitseva ja tilapäinen		Oarmerade konstruktioner							
Räknat med		α_{ct}	1		1		$\alpha_{cc,pl}$	0,7	
betonin γ_C 1,5		α_{cc}	0,85				$\alpha_{ct,pl}$	0,6	
		C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55
f_{ctd}	(MPa)	0,73	0,87	1,00	1,20	1,33	1,47	1,67	1,80
f_{cd}	(MPa)	6,80	9,07	11,33	14,17	17,00	19,83	22,67	25,50
$f_{ctd,pl}$	(Mpa)	0,44	0,52	0,60	0,72	0,80	0,88	1,00	1,08
$f_{cd,pl}$	(Mpa)	5,60	7,47	9,33	11,67	14,00	16,33	18,67	21,00

(Winberg, 2021).

Tabell 3. Armeringens egenskaper

betoniteräksen γ_S		1,15						
Armeringen		B400B	B500B	B600B	B700B			
f_{yk}	MPa	400	500	600	700			
E_s	MPa	200000	200000	200000	200000			
f_{yd}	MPa	347,8261	434,7826	521,7391	608,6957			$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_S$
ϵ_{yd}	MPa	0,001739	0,002174	0,002609	0,003043			$\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s$

(Winberg, 2021).

Gör sedan en tabell enligt tabell 3, lista upp armeringens hållfasthetsvärden och räkna ut f_{yd} som är armeringens draghållfasthetsvärde och räkna ut $\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s$. (SFS-EN 1992-1-1 + A1 + AC, 2015). En ruta för partialkoefficienten γ_S skall lämnas tomt och refereras till den i beräkningar av f_{yd} . Räkna ut armeringens stängernas areor för 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25 och 32mm är de använda i Finland, enligt tabell 4.

Tabell.4 Armeringens stängernas areor

Armeringen	
mm	mm ²
6	28,274334
8	50,265482
10	78,539816
12	113,09734
16	201,06193
20	314,15927
25	490,87385
32	804,24772

(Winberg, 2021).

Gör enligt tabell 5, lämna röda rutorna tomma. De röda rutorna kommer senare att användas för att göra combo box (I tabell 5 är de färdigt ifyllda). Indexsiffrorna väljs enligt stålqualität som används, t.ex. för index:1 är det B400B som är vald och index:2 är det B500B osv. Längst till vänster i tabell 5 är stålqualitäteterna uppräddade lodrätt, som är använt till den synliga delen i combo box.

Tabell 5. Armeringens information för användning av combo box.

Namngivna		Index
	Vald:	B500B
B400B	f_{yk}	500 MPa
B500B	E_s	200000 MPa
B600B	f_{yd}	434,78261 Mpa
B700B	ϵ_{yd}	0,0021739
	A_φV	78,539816 mm ²
	A_φh	50,265482 mm ²
	φV	10 mm
	φh	8 mm

(Winberg, 2021).

Med hjälp av indexfunktion har man fått i tabell 5 följande värden: f_{yk} , E_s , f_{yd} , ϵ_s som är tagna ur tabell 3. Dessa värden ändras automatiskt beroende på vilken stålqualität man väljer i combo box m.h.a. Indexfunktionen, som demonstreras i kapitel 3.3 i detalj.

Gör en likadan lista enligt tabell 6. I tabellen är betongens hållfasthetsvärden uppräddade längst till vänster. Dessa kommer att användas senare till att laga inmatningsvärden för den visuella delen i combo box. Den länkade cellen ”index för betongqualität nummer” som kopplas till combo box i en skala mellan 1–14 enligt betonghållfasthetsvärdens ordningsnummer. De värden som är i röda boxen skall lämnas tomma, de är reserverade för beräkningar till betongens värden som är uppräddade till höger i bilden. Värdena ändras automatiskt beroende på vilken betonghållfasthetsvärde som väljs.

Tabell 6. Betongens information för användning av combo box

	Index för betongqualität nummer	14	
		C90/105	Vald betongqualität
			Värden som är namngivna
C12/15	f_{ck}	90,00 MPa	
C16/20	$f_{ck, cube}$	105,00 MPa	
C20/25	f_{cm}	98,00 MPa	
C25/30	f_{ctm}	5,00 MPa	
C30/37	$f_{ctk, 0,05}$	3,50 MPa	
C35/45	$f_{ctk, 0,95}$	6,60 MPa	
C40/50	E_{cm}	44,00 MPa	
C45/55	ϵ_{c1}	2,80 ‰	
C50/60	ϵ_{cu1}	2,80 ‰	
C55/67	ϵ_{c2}	2,60 ‰	
C60/75	ϵ_{cu2}	2,60 ‰	
C70/85	n	1,40 ‰	
C80/95	ϵ_{c3}	2,30 ‰	
C90/105	ϵ_{cu3}	2,60 ‰	
	f_{ctd}	2,33 MPa	
	f_{cd}	51,00 MPa	
	$f_{ctd,pl}$	1,40 MPa	
	$f_{cd,pl}$	42,00 MPa	

(Winberg, 2021).

3.3 Inmatnings- och beräkningssida

I beräkningssmallen är uppbyggnaden följande:

1. Datasida
2. Inmatningssida + beräkningarna under inmatningen

Man kan även ha olika sidor för beräkningarna, inmatningen och resultaten ifall man vill ha mindre information per sida.

Det första som bör göras är att öppna Developer-fliken, som görs under inställningar för att överhuvudtaget komma åt combo box. Välj först fliken File och klicka sedan på Options som hittas längst nere. Till följande, klicka på Customize ribbon. På högra sidan under texten Customize the ribbon syns en nerdragningsbar lista. Välj Main tabs från listan. Under Main tabs syns en lista var rutan för Developer måste kryssas för. Nu syns Developer i flikarna.

I figur 1 illustreras hur en combo box ser ut i Excel. Till följande kommer det att illustreras hur rutan för combo boxen "betongkvalitet" är gjord och vilka funktioner det krävs för att få det att fungera.

Mitoitustilanteet	Normaalisti vallitseva ja tilapäinen	▼
Betongkvalitet	C25/30	▼
Armeringkvalitet	B500B	▼

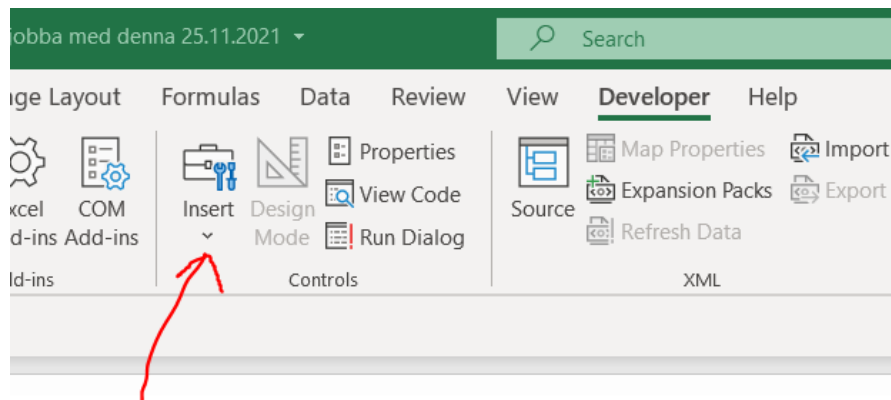
Figur 1. Combo boxens visuella utseende. (Winberg, 2021)

Beräkningarna börjar alltid med likamedstecken för att Excel ska känna igen att det är frågan om en beräkning. Man skall aldrig skriva ut värden i cellerna utan att referera till någon cell. Nya värden som t.ex. höjden på väggen skall alltid samlas till inmatningssidan, undvik alltså att mitt i beräkningarna mata in nya värden som kan ändras beroende på hurdant dimensioneringsobjekt det är frågan om. Basvärden som betongens olika värden kan utvidgas i databladsidan som kan användas till flera beräkningar.

Följande uppgift är att bygga upp combo boxen, vilket kräver dock datasidan med informationen enligt tidigare beskrivningarna. Följande steg är att göra en combo box för

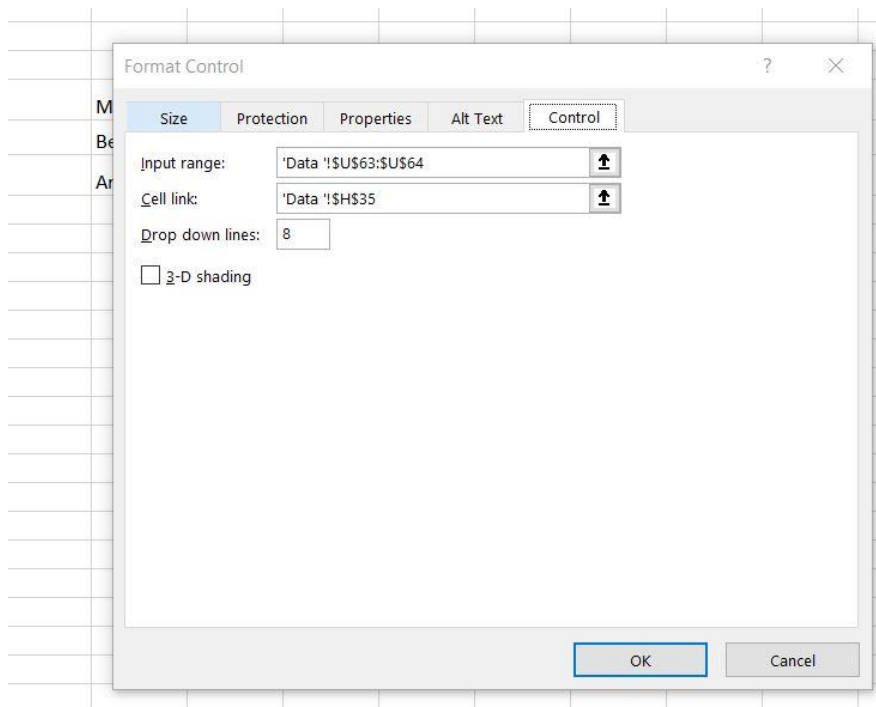
betongens hållfasthetsvärden så att man får en flervälskombinationsruta när man öppnar rutan. I flervälskombinationsrutan finns en lista över hållfasthetsvärden börjandes från C12/15 till C90/105. T.ex. ifall man vill få ut betongens dimensionerande tryckhållfasthetsvärde för vald hållfasthetsklass C25/30, räcker det att skriva $=f_{cd}$ i vilken som helst cell, så får man ut värdet 14,1667 MPa automatiskt. Ifall man byter betongkvaliteten kommer f_{cd} att ändras automatisk enligt den betongkvaliteten.

Börja med att öppna developer-fliken i Excel, enligt figur 2.



Figur 2. Combo box. (Winberg, 2021).

Öppna därefter Insert och under Forms control, välj combo box -figuren. Placera combo box (form control) på önskvärt ställe i inmatningsbladet. Högerklicka sedan på boxen och välj format control samt välj fliken Control (normalt öppnas automatiskt) enligt figur 3.



Figur 3. Form control, inmatning av input range och cell link. (Winberg, 2021).

Sedan ska du välja input range: Markera betonghållfasthetsvärden, observera att värden måste skrivas in lodrät enligt tabell 7.

Tabell 7. Betongens hållfasthetsvärden för combo box

C12/15
C16/20
C20/25
C25/30
C30/37
C35/45
C40/50
C45/55
C50/60
C55/67
C60/75
C70/85
C80/95
C90/105

(Winberg, 2021).

Därefter ska du välja cell link: Markera i databladssidan en cell som du senare har lätt att referera till, enligt tabell 8.

Tabell 8. Index för betongkvalitetnummer

(Winberg, 2021).

Nu kan du stänga format control genom att trycka på ok, och borde kunna välja i combo boxen vilken betongkvalitet du önskar att använda. När betongkvaliteten är vald borde du få ett värde mellan 1–14 i den länkade cellen under databladssidan. I tabell 9 är värdet 14 och är markerat rött.

Tabell 9. Demonstration av index-funktion i Excel.

=INDEX(\$D\$4:\$Q\$32;1;\$V\$1)		T	U	V	W	X	Y
	INDEX(array; row_num; [column_num])		Index för betongkvalitet nummer	14	C90/105	Vald betongkvalitet	
	INDEX(reference; row_num; [column_num]; [area_num])					Värden som är namngivna	
/95	C90/105						
80	90		C12/15	f_{ck}			
95	105		C16/20	$f_{ck, cube}$	105,00 MPa		
88	98	$f_{cm} = f_{ck} + 8$ (MPa)	C20/25	f_{cm}	98,00 MPa		
4,8	5	$f_{cm} = 0,30 \times f_{ck}^{2/3} \leq C50/60$	C25/30	f_{cm}	5,00 MPa		
		$f_{cm} = 2,12 \cdot \ln(1 + (f_{cm}/10)) > C50/60$	C30/37	$f_{ctk, 0,05}$	3,50 MPa		
3,4	3,5	$f_{ctk, 0,05} = 0,7 \times f_{ctm}$	C35/45	$f_{ctk, 0,95}$	6,60 MPa		
		5 % fraktiili	C40/50	E_{cm}	44,00 MPa		
6,3	6,6	$f_{ctk, 0,95} = 1,3 \times f_{ctm}$	C45/55	ec1	2,80 ‰		
		95 % fraktiili	C50/60	ecu1	2,80 ‰		
42	44	$E_{cm} = 22[(f_{cm}/10)]^{0,3}$	C55/67	ec2	2,60 ‰		
		(fcm MPa)	C60/75	ecu2	2,60 ‰		
2,8	2,8	ks. Kuvaa 3.2	C70/85	n	1,40 ‰		
		ec1 (‰) = $0,7 \cdot f_{cm}^{0,11} \leq 2,8$	C80/95	ec3	2,30 ‰		
2,8	2,8	ks. kuvaa 3.2	C90/105	ecu3	2,60 ‰		
		kun fck ≥ 50 Mpa		f_{ctd}	2,33 MPa		
		ecu1(‰) = $2,8 + 27[(98 - f_{cm})/100]^4$		f_{cd}	51,00 MPa		
2,5	2,6	ks. kuvaa 3.3		$f_{ctd, pl}$	1,40 MPa		
		kun fck ≥ 50 Mpa		$f_{cd, pl}$	42,00 MPa		
		ec2(‰) = $2,0 + 0,085(f_{ck} - 50)^{0,53}$					

(Winberg, 2021).

För att kunna räkna ut betongens olika värden börjar man med att skriva ut koefficienterna enligt tabell 9 i kolumn V. Sedan tar man en cell till höger för att göra själva beräkningarna. I följande exemplet räknas f_{ck} :

=INDEX(tabellen ; radnummer ; länkade cellen till combo)

Ett exempel =INDEX(\$D\$4:\$Q\$32;1;\$V\$1)

Array = markerar hela databladet med alla värden (enbart värden) inte koefficienterna

Row_num = radnummer $f_{ck}=1$ är överst, medan $f_{cm}=3$ med löpande numrering neråt.

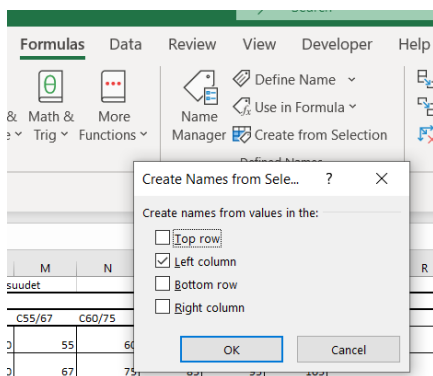
Column_num= cellen som är länkad till combo box på inmatningssidan som gjordes tidigare, enligt tabell 8.

Observera att array och column_num måste låsas i formeln med F4 för att kunna kopiera formeln.

Kopiera neråt formeln till alla koefficienterna, enbart row_num behövs ändras i listan med löpande numrering.

Formatera därefter cellerna i datablad:

- a. Gå till fliken formulas, enligt figur 4.
- b. Klicka create names from selection.
- c. Markera både koefficienterna och index beräknade cellerna enligt tabell 10.
- d. Kryssa i rutan Left column, enligt figur 4.
- e. Nu är alla värden namngedda, enligt vänstra cellen i tabell 10.
- f. Gå tillbaka till inmatningssidan och skriv in i en cell $=f_{ck}$. Då får du ett värde enligt vald betongkvalitet.



Figur 4. Namnge celler. (Winberg, 2021).

Tabell 10. Markerat information för combo box.

	varoen :
f_{ck}	90,00 MPa
$f_{ck, cube}$	105,00 MPa
f_{cm}	98,00 MPa
f_{ctm}	5,00 MPa
$f_{ctk, 0,05}$	3,50 MPa
$f_{ctk, 0,95}$	6,60 MPa
E_{cm}	44,00 MPa
ϵ_{c1}	2,80 ‰
ϵ_{cu1}	2,80 ‰
ϵ_{c2}	2,60 ‰
ϵ_{cu2}	2,60 ‰
n	1,40 ‰
ϵ_{c3}	2,30 ‰
ϵ_{cu3}	2,60 ‰
f_{ctd}	2,33 MPa
f_{cd}	51,00 MPa
$f_{ctd,pl}$	1,40 MPa
$f_{cd,pl}$	42,00 MPa

(Winberg, 2021).

Sedan ska du göra på liknande sätt för armeringen.

- Gör en combo box för stålqualiteten och två combo boxer för armeringstjocklek för både lodrät- och horisontell armering.
- Välj input range: ta värden från tabell 4 och 5 var armeringskvaliteterna och tjocklekarna finns upplistade.
- Välj cell link: Som tidigare sätt indexberäkningarna in i datasidans röda rutor enligt tabell 5.

Gör därefter på liknande sätt för olika dimensioneringssituationer.

Nu är det en bra början för dimensionering av olika betongkonstruktioner.

3.4 Beräkningar

I detta avsnitt ligger fokuset på beräkningarna som börjar ta form. Det krävs många formler och beräkningar för att nå slutresultatet $A_{s,vaad}$ som används till huvudarmeringen i väggen. Det är viktigt att direkt från början namnge cellerna enligt deras resultat. Eftersom beräkningarna blir allt mera komplexa så är det viktigt att cellernas referenser är tydliga.

Nästa steg är att börja forma en inmatningsruta som har alla olika värden som skall fyllas in. I tabell 11 syns ett enkelt exempel på hur alla värden som behövs kan matas in. Exemplet gäller för dimensionering av en betongvägg. Inmatningsrutan och beräkningarna kan kompletteras med anvisningar samt urklipp ur EC 2 som beskriver dimensioneringens olika steg (syns ej i bilden, finns i bilaga). Det är viktigt att anteckna formlernas källor, t.ex. om någon formel är tagen ur SFS-EN 1992-1-1 + A1 + AC, 2015, skrivs standard, rubriknamn och formelnummer som följande: EC 2 5.8.8.3 Kaarevuus (5.34).

Tabell 11. Inmatningssidan i Excel

	B	C	D	E	F	G
Inputts	(mm)					
Väggens höjd ==>	L		3000 mm			
	ko		1			
väggens tjocklek (h)	h		200 mm			
väggens bredd från sidan (b)	b		5800 mm			
betongtäcksikt ==> C _{nom}	C _{nom}		20 mm			
Mititustilanteet			Normaalisti vallitseva ja tilapäini			
Betongkvalitet		C35/45		fcd ==>		19,833333
Armeringkvalitet		B500B		fyd ==>		434,78261
Sement typ N- normalhärddande S- långsamt härddandande R- snabbhärddande			N - normal			
Kosteus %			40%	40% kuiva sisäilma		100%=vesi
Pelaren befinner sig inomhus i varma utrymmen						
	e _{aia}		0 mm			
Väggen belastas av en normalkraft som verkar ___mm excentriskt från väggens mittlinje	e _{vis}		70 mm			
	N _{ed}		1250 kN/m			
Normal härddande cement			N			
Huvudarmering (lodrät armering)	φ _V		10 mm			78,539816 mm ²
Vågrätarmering	φ _h		8 mm			50,265482 mm ²
sätter A==> 0,7	A _λ		0,7	koefficient		
och B==> 1,1	B _λ		1,1	koefficient		
alltid (0,4)	η _{bal}		0,4	koefficient		
koefiecent (Valigtvis C= 10 med triangelformad linjelast) (Jämfördelad linjelast C=8)	C		10	koefficient		
	α _m		1	koefficient		

(Winberg, 2021).

Det är viktigt att alla nya värden matas in i inmatningsrutan och inte mitt i beräkningarna. Samma gäller för alla koefficienter i beräkningen förutom ett undantag som måste inmatas två gånger mitt i beräkningarna. Det är mekaniska armeringsförhållandet ω som fås ur samverkansdiagram. Var mekaniska armeringsförhållandet ska matas in är tydligt markerat med gröna rutor.

Nu är inmatningssidan gjord och nästa del är att namnge alla de olika cellerna i inmatningssidan. Detta görs enligt samma princip som tidigare. Välj alla de gröna cellerna som innehåller värden samt deras vänstra cell som ger namnen för de gröna cellerna. Ta igen

create names from selection och kryssa rutan left column. Nu kan det refereras var som helst i arbetsboken och genom att skriva t.ex. =h så fås värdet för höjden =200mm.

De namngivna cellernas placering och värden kan kontrolleras under fliken Formulas. I fliken Formulas välj Name manager. I Name manager öppna en lista över de namngivna cellernas placering och värden enligt tabell 12.

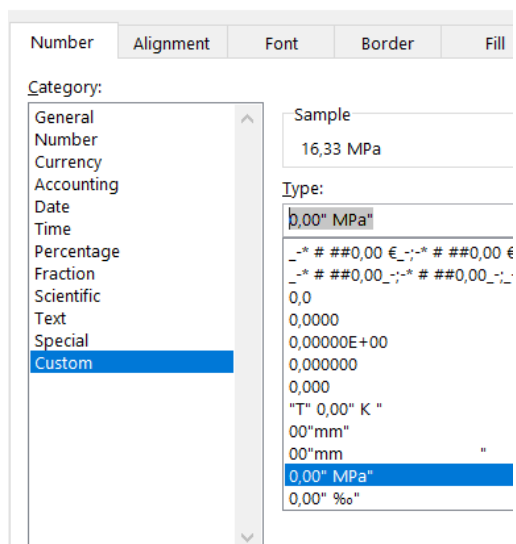
Tabell 12. Utseendet på värden i Name manager.

eylä	70	=Dimensionering av ...	Workbook
fcd	19,83 MPa	=Data '\$WS19	Workbook
fcd_pl	16,33 MPa	=Data '\$WS21	Workbook
fck	35,00 MPa	=Data '\$WS4	Workbook
fck_cube	45,00 MPa	=Data '\$WS5	Workbook
fcm	43,00 MPa	=Data '\$WS6	Workbook
fctd	1,47 MPa	=Data '\$WS18	Workbook
fctd_pl	0,88 MPa	=Data '\$WS20	Workbook
fctk_0_05	2,20 MPa	=Data '\$WS8	Workbook
fctk_0_95	4,20 MPa	=Data '\$WS9	Workbook
fctm	3,20 MPa	=Data '\$WS7	Workbook
fyd	434,7826087	=Data '\$O\$55	Workbook
fyk	500	=Data '\$O\$53	Workbook
h	200	=Dimensionering av ...	Dimension...

(Winberg, 2021).

För att få enheter inne i cellen och värden med enheter i Name manager skall cellerna formateras. Börja med att högerklicka på cellen och välj till följande Format cells. Under fliken Number hittas Custom var man skriver in i Type: 0,00" MPa" enligt figur 5.

Format Cells



Figur 5. Format cells, custom. (Winberg, 2021).

Nu skall formlerna skapas enligt exemplet i tabell 13. Det är viktigt att bygga upp beräkningarna i cellerna enligt deras riktiga formler. Då blir det enkelt att senare se vad som beräknas och behövs inte alltid skilt söka värden för att referera till rätt cell.

= Ned * (e_{ylä}/1000) i stället för att skriva =D19* (D18/1000), enligt tabell 13.

Tabell 13. Första beräkningarna.

	A	Column1	Column2	Column3	Column4
37					
38		1: a ordningens moemnt (1-kertaluvun momentit)			
39		$M_{aia} = n_{ed} * e_{aia}$	M_{aia}		0 kNm/m
40		$M_{yia} = n_{ed} * e_{yia}$	M_{yia}		87,5 kNm/m

(Winberg, 2021).

Efter att datasidan och inmatningssidorna med combo box för armeringskvalitet, betongkvalitet och armeringstjocklekar är gjorda kan man börja med beräkningarna. Beräkningarna börjar med inmatning av väggtyp och armeringen. Nästa steg är att göra alla beräkningarna för uppgiften. Nedan syns som exempel hur det är utfört och det går noggrannare igenom hur resultaten utförs. Dessa är direkt uppbyggda från kursanteckningar och delvis påfyllda med finska termer ifrån boken By 211 osa 2 (Suomen Betoniyhdistys ry, 2014).

Beräkningarna som syns nedan är uppbyggda på följande sätt. Längst till vänster finns det kort förklarat vad som beräknas och vilken del och formeln används. I mitten finns koefficienten till vad som beräknats. Gör som tidigare visat och välj create names from selection. Det räcker att t.ex. skriva $=M_{y1a}$ för att få 87,5kNm/m. Senare kan man skriva ut i formeln $=m_{ala}/m_{y1a}$ för att beräkna r_m istället för att behöva referera till cellen enligt deras original cellnamn.

Tabell 14. Skärmbild av beräkningar utförda del 1 av 3 i Excel.

1: a ordningens moemnt (1-kertaluvun momentit)			
$M_{ala} = N_{ed} \cdot e_{ala}$	M_{ala}		0 kNm/m
$M_{y1a} = N_{ed} \cdot e_{y1a}$	M_{y1a}		87,5 kNm/m
Minimi moment (Vähimmäismomentti)			
$e_{0,min} = \max(h/30) \text{ eller } 20\text{mm}$	$h/30$	6,666666667	mm
	20	20	mm
	$e_{0,min}$	20	mm
$M_{0,min} = e_{0,min} \cdot N_{ed}$	$M_{0,min}$		25,00 kNm
$d' = C_{nom} + 1,1 \cdot \phi h + ((1,1 \cdot \phi v)/2)$	d'		34,3 mm
$d = h - d'$	d		165,70 mm
Knäckningslängd (Nurjahduspituus)			
Följande formel ledande anslutning kolla i by211, osa 2 sid. 158 Taulukko 1/8			
$k_0 = 1/(1+(L_0/b)^2)$	b/L_0	1,933333333	
$L_0 = k_0 \cdot L$	k_0	1	
Slankhetstal (Hoikkuusluku)	L_0	3	m
$i = h/\sqrt{12}$	i	0,057735027	m
$\lambda = L_0/i$	λ	51,96152423	
Gränsslankhet (Raja hoikkuus)			
Relativa normalkraften $n = N_{ed}/(h \cdot f_{cd})$	n	0,31512605	
$\lambda_{lim} = 20 \cdot A \cdot B \cdot C = \text{kan använda } \lambda_{lim} = 10/\sqrt{r_n}$	$\lambda_{lim} - \text{urprungl}$	17,81385229	förenklad version nedan finns riktiga v
Eftersom ovan är det förnklat och antagit högre värde så räknas λ_{lim} med rätt koefficienter ==> högre värde får			
$r_m = m_{ala}/m_{y1a}$	r_m	0	
$C = 1,7 - r_m$	C_λ	1,7	
sätter $A = > 0,7$ och $B = > 1,1$			ifall λ_{lim} är större än λ måste 2: ordr
$\lambda_{lim} = 20 \cdot A \cdot B \cdot C \cdot 1/\sqrt{r_n}$	λ_{lim}	46,63666529	2:a ordningens moment bör tas i beaktande eftersom $\lambda > \lambda_{lim}$
1: a ordningens dimensionerande moment (1-kertaluvun mitoitusmomentit)			

(Winberg, 2021).

Längst ner på tabellen 14 ovanför finns det IF funktion som är gult målat. Funktionen beskriver om 2:a ordningens moment behövs tas i beaktande eller inte. Texten ändras beroende på om lambda λ är större eller mindre än λ_{lim} . (=IF($\lambda > \lambda_{lim}$; "2:a ordningens moment bör tas i beaktande eftersom $\lambda > \lambda_{lim}$ "; "2:a ordningens moment behövs ej tas i beaktande eftersom $\lambda < \lambda_{lim}$ "). Observera att ifall man vill skriva som text, måste man komma ihåg att använda citattecken inne i formeln så att Excel förstår att det är text.

Tabell 15. Skärmbild av beräkningar utförda del 2 av 3 i Excel.

Column	Column	Column	Column	Column	Column
1: a ordningens dimensionerande moment (1-kertaluvun mitoitusmomentit					
Tilläggscentricitet pga. Måttavvikelser (Oavskiltig excentricitet) (By 211 osa 2 ekv. 41a/7					
$\alpha_h = 1,0$ ($L_{\text{v}} < 4\text{m}$) (Alltså när väggen är lägre än 4m)	α_h	1			
$\alpha_m = 1,0$ (Enskild väg)	α_m	1			
$\theta_i = (\alpha_h \cdot \alpha_m) / 200$	θ_i	0,005000			
$e_i = \theta_i \cdot (L_0 / 2)$	e_i	0,0075 m		7,5 mm	
$M_{02} = e_i \cdot N_{\text{ed}} + M_{y12}$	M_{02}	96,875 kNm/m			
$M_{01} = e_i \cdot N_{\text{sd}} + M_{y12}$	M_{01}	9,375 kNm/m			
Ekvivalenta moment $M_{0e} = \max(0,6 \cdot M_{02} + 0,4 \cdot M_{01} \text{ eller } 0,4 \cdot M_{02})$	M_{0e}	61,875 kNm/m			
2: a ordningens dimensionerande moment (2-kertaluvun mitoitusmomentit					
enligt metoden för nominell krökning					
$\varepsilon_{yd} = f_{yd} / E_s$	ε_{yd}	0,002173913			
$1/r_0 = \varepsilon_{yd} / (0,45 \cdot d)$	$1/r_0$	2,91546E-05		1	
$1/r = K_r \cdot K_{\phi} \cdot (1/r_0)$ (Här sätts både $K_r == 1,0$ & $K_{\phi} == 1,0$)	$1/r$	2,91546E-05		34299,9 mm	
Böjning $e_2 = (1/r) \cdot (L_0^2 / 2C)$	e_2	0,026239144 m			
$M_2 = e_2 \cdot N_{\text{ed}}$	M_2	32,79892944 kNm/m			
Dimensionerande moment $M_{Ed} = \max(m_{a,\text{min}} \text{ el. } (m_{0e} + m_2) \text{ el. } (m_{02}))$	M_{Ed}	96,875 kNm/m			
Dimensionering av tvärsnittet					
Relativa böjmoment $\mu = M_{ed} / (b \cdot h^2 \cdot f_{cd})$	μ	0,122111345			
$n = N_{\text{ed}} / (b \cdot h \cdot f_{cd})$	n	0,31512605			
d'/h	d'/h	0,1715		0,20	Kontrollera
Väljer nästa större samverkansdiagram 0,05 0,10 0,15 0,20 0,25	ω	0,08			OBS! Måste ändra värde, läsa in rä
$A_{r,\text{vord}} = \omega \cdot b \cdot h \cdot (f_{cd} / f_{yd})$ alltid i väggdimensionering ==> $b = 1000\text{mm}$	$A_{r,\text{vord}}$	729,8666667 mm ²			
Huvudarmering ==> lodrätarmering	$A_{s,v}$	78,53981634 mm ²			
$K = A_{s1} / A_{r,\text{vord}} = 2 \cdot (A_{s1} / A_{r,\text{vord}})$ delningen på Huvudarmering	k	0,215216888 m			
	K	215,216888 mm			
Sänkte ner på delningen pga. Arbetstekniska skäl	K	200 mm			
Då blir $A_{s,v}$ alltså verkliga armeringen ==>	$A_{s,\text{tot}}$	785,3981634 mm ² /m			

(Winberg, 2021).

Tabell 16. Noggrannare demonstrerat beräkning av M_{Ed} .

	$m_{0,\text{min}}$	$m_{0e} + m_2$	m_{02}
96,875 kNm/m	25 kNm/m	94,6739 kNm/m	96,875 kNm/m

(Winberg, 2021).

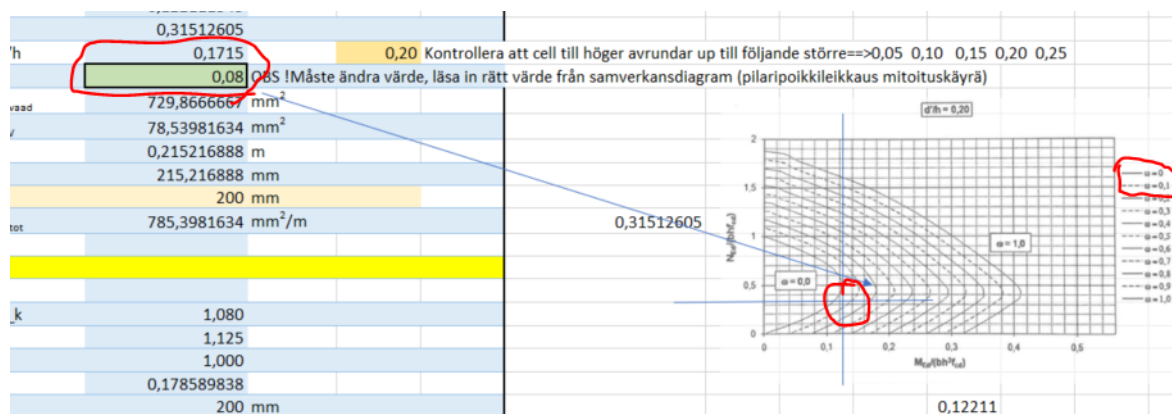
M_{Ed} är beräknat med maxfunktion. I tabell 16 är villkoret beräknat för det dimensionerande momentet, maxvärdet blir det dimensionerande momentet, delsvaren är skilt utskrivna.

Tabell 17. Ceiling funktion

μ	0,122111345		
n	0,31512605		
d'/h	0,1715	0,20	Kontrollera att cel

(Winberg, 2021).

För att få automatisk utskrivet rätt samverkansdiagram använder man funktionen =CEILING(d_h;0,05) för att avrunda upp till nästa större värde av följande värden: 0,05; 0,10; 0,15; 0,20; 0,25. I detta fall var det 0,1715 och nästa större blir 0,20, vilken skrivs in i Excel först = sedan funktionen som är ceiling efter det vilket värdet skall avrundas uppåt i detta fall 0,1715 vars cell är refererad till d_h och till sist 0,05 vilket beskriver hur mycket det skall avrundas uppåt till. Floor funktionen fungerar på liknande sätt men som namnet säger så neråt. =FLOOR(K_vaaka;50) i exemplet så avrundas armeringens delning neråt till jämna 50mm.



Figur 6. Samverkansdiagram. (Winberg, 2021).

Jag har ett par gröna celler kvar i exemplet, de syns i figur 6 och tabell 18, i dessa celler kräver det att man manuellt avläser någon tabell eller graf, i detta fall så skall man avläsa samverkansdiagrammet. Det beskriver mekaniska armeringsbehovet till betongen.

Tabell 18. Skärmbild av beräkningar utförda del 3 av 3 i Excel.

Granskning av korrigeringsfaktor inverkan			
$n_u = 1 + \omega$	n_{u_k}	1,080	
$((n_u - n) / (n_u - n_{bal}))$		1,125	
Inverkan av normalkraft $K_r = \min((n_u - n) / (n_u - n_{bal}))$ eller 1,0	K_r	1,000	
$\beta = 0,35 + (f_{ck} / 200) - (\lambda / 150)$	β	0,178589838	
on poikkileikkauksen muunnettu paksuus $h_0 = 2 * h * b / (2 * b)$	h_0	200 mm	
$\beta (f_{cm})$ on kerroin, jonka avulla otetaan huomioon betonin lujuuden vaikutus nimelliseen virumalukuun			
$\beta(f_{cm}) = 16,8 / \sqrt{f_{cm}}$	β_{fcm}	2,561975982	
$\beta (t_0)$ on kerroin, jonka avulla otetaan huomioon betonin kuormittumisen alkamisajan vaikutus nimelliseen virumalukuun			
$\beta (t_0) = 1 / (0,10 + (t_0 \wedge 0,20))$	β_{t0}	0,488449545	
φRH on kerroin, jonka avulla otetaan huomioon suhteellisen kosteuden vaikutus nimelliseen virumalukuun			
Koefficient a1 (Nationella bilaga B.1(1)); $\alpha_1 = (35 \text{ MPa} / f_{cm})^{0,7}$	α_1	0,865804248	
Koefficient a2 (Nationella bilaga B.1(1)); $\alpha_2 = (35 \text{ MPa} / f_{cm})^{0,2}$	α_2	0,959665579	
Koefficient a3 (Nationella bilaga B.1(1)); $\alpha_3 = (35 \text{ MPa} / f_{cm})^{0,5}$	α_3	0,902193709	
kun $f_{cm} > 35 \text{ Mpa}$ $\varphi RH = [1 + ((1 - RH / 100\%) / (0.1 \text{ mm} - 1/3 * (h_0)1/3))] * \alpha_1] * \alpha_2$		1,670060153	
kun $f_{cm} \leq 35 \text{ Mpa}$ $\varphi RH = 1 + ((1 - RH / 100\%) / (0.1 \text{ mm} - 1/3 * (h_0)1/3))$		1,854987973	
Väljer vilken beroende på f_{cm} , väljer någon av de ovanstående	φRH	1,670060153	
$\varphi 0$ on nimellinen virumaluku, jonka likiarvo voidaan laskea kaavasta			
$\varphi 0 = \varphi RH \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0)$	φ_0	2,089906601	
βH on kerroin, joka riippuu suhteellisesta kosteudesta (RH prosentteina) ja poikkileikkauksen muunnetuista paksuudesta (h_0 [mm]).			
$\beta H = 1,5 [1 + (0,012 RH)18] h_0 + 250 \leq 1 500$ kun $f_{cm} \leq 35$		550,030468 $\leq 1 500$	
$\beta H = 1,5 [1 + (0,012 RH)18] h_0 + 250 \alpha_3 \leq 1 500 \alpha_3$ kun $f_{cm} \geq 35$		525,5788952 $\leq 1 500 \alpha_3 = 1353,2906$	
	βH	525,5788952	
$\beta c(t, t_0)$ on kerroin, joka kuvaa virumisen kehittymistä ajan myötä kuormittumisen jälkeen			
$\beta c(t, t_0) = ((t - t_0) / (\beta_{RH} + t - t_0)) \wedge 0,3$	$\beta c(t, t_0)$	0,999820077	
Virumaluku $\varphi (t, t_0)$ lasketaan kaavasta $\varphi (t, t_0) = \varphi 0 \cdot \beta c(t, t_0)$	$\varphi (t, t_0)$	2,089530579	Finns även förhand att k
	(∞, t_1)	$\varphi (\infty, t_0)_k$	2,089530579
$\varphi_{ef} = \varphi (\infty, t_0) * (M_{DEq} / M_{DEd})$ I beräkningarna får vi anta $(M_{DEq} / M_{DEd}) = 0,7$	φ_{ef_k}	1,462671405	
inverkan av krypning $K_{\varphi} = \max(1 + \beta * \varphi_{ef})$ eller 1,0		1,26121825	
	K_{φ}	1,26121825	
Korjattu Kaarevus			
			1
$1/r = K_r * K_{\varphi} * (1/r_0)$	$1/r_k$	3,67703E-02	27,20 m
Böjning $e_2 = (1/r) * (L_0 \wedge 2 / C)$	e_{2_k}	33,093 mm	
$M_2 = e_2 * N_{Ed}$	$m_{2_}$	41,3666084 kNm/m	
Dimensionerande moment $M_{ED} = M_{De} + M_2$	M_{ED_k}	103,2416084 kNm/m	
Relativa böjmoment $\mu = M_{Ed} / (b * h \wedge 2 * f_{cd})$	μ_k	0,130136481	
	n	0,31512605	
Väljer följande större samverkansdiagram 0,05 0,10 0,15 0,20 0,25	ω_k	0,10	OBS !Måste ändra värde, läsa in rätt v
$A_{s_vaad} = \omega * b * h * (f_{cd} / f_{yd})$	$A_{s_vaad_k}$	912,3333333	(pilarpoikkileikkaus mitoi
$K = A_{s1} / A_{s_vaad} = 2 * (A_{\varphi 0} / A_{s_vaad})$ delningen på Huvudarmering		0,17217351 m	
	K	172,1735104 mm	
Delningen sänks pga. arbetstekniska skäl	K_k	150 mm	
Då blir A_{s_tot} verkliga armeringsmängden ==>	$A_{s_tot_k}$	1047,197551 mm ² /m	
Lopullinen pystyraudoitus			
Minimiarmingskrav $A_{s_vmin} = 0,002 * A_c$ Vähimmäispinta-ala	A_{s_vmin}	400 mm ² /m	0
Maximiarmering $A_{s_vmax} = 0,06 * A_c$ Enimmäispinta ala	A_{s_vmax}	12000 mm ² /m	0
	3h	600 mm	
Max avstånd mellan stängerna $S_{vmax} = \min(3h)$ eller 400mm		400 mm	

(Winberg, 2021).

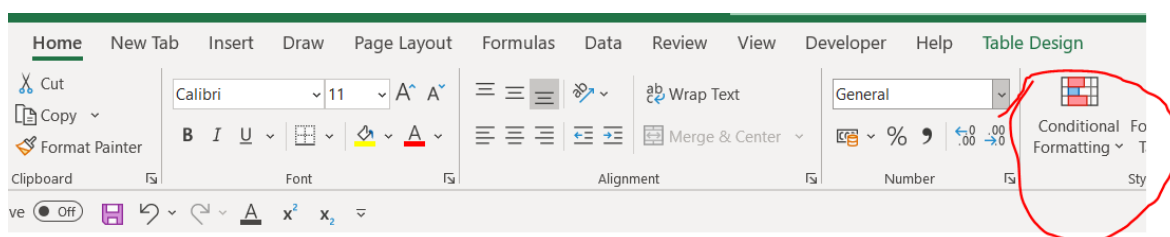
I tabell 18 utgör en stor delberäkning inverkan av krypning som kan alternativt fås ut ur kuva 3.1 i SFS-EN 1992-1-1 + A1 + AC, 2015, vilket lämpar sig betydligt bättre för beräkning förhand. Med beräkning i Excel så undviker man en extra inmatningskrävande ruta, vilket ger bättre beräkningsbotten.

Tabell 19. Demonstrerat automatiska målningen av cell ifall svaret överskrider maxvärdet.

M_{ED_k}	108,453052	kNm/m
μ_K	0,136705528	
n	0,31512605	
d'/h_k	0,1715	0,20
ω_k	0,10	OBS! Måste ändra värde, läsa in rätt värde från
$A_{s,vast_k}$	912,3333333	(pilarpoikkileikkaus mitoituskäyrä)
	0,17217351	m
K	172,1735104	mm
K_k	150	mm
A_{s,tot_k}	13000	mm ² /m
$A_{s,min}$	400	mm ² /m
$A_{s,max}$	12000	mm ² /m
$3h$	600	mm
	400	mm
	T 10,00 K 150	

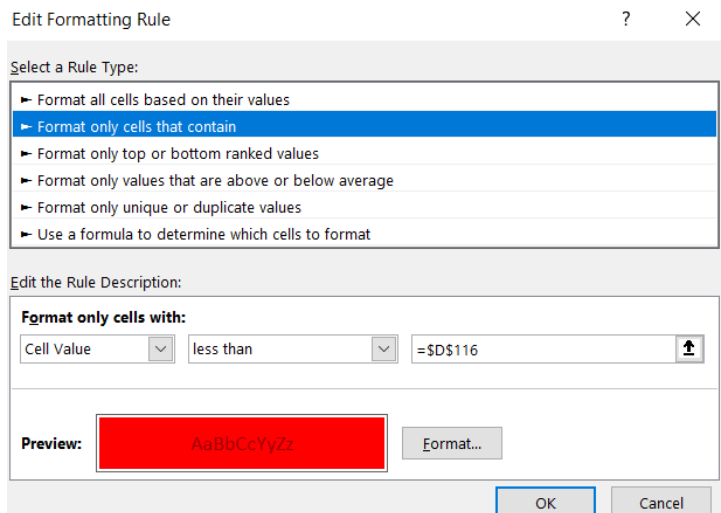
(Winberg, 2021).

I tabell 19 är beräkningarna för minimiarmeringskrav och maximala armeringen till förhållande betongen utskrivet och beräknat. Det är utfört ifall det inte hålls mellan dessa två kraven som i detta fall är 400 - 12 000 mm²/m kommer den ruta att målas röd som överskrider gränsvärden. I tabell 19 syns vad som händer i fall A_{s,tot_k} överskrider maximala värdet: cellen blir rödfärgad. Detta är utfört på följande sätt. Börja med att välja cell $A_{s,vmax}$ och öppna Conditional formatting enligt figur 7.



Figur 7. Conditional formatting. (Winberg, 2021).

Välj sedan under Highlight cells rules alternativet Less than, som i exemplet i figur 8.



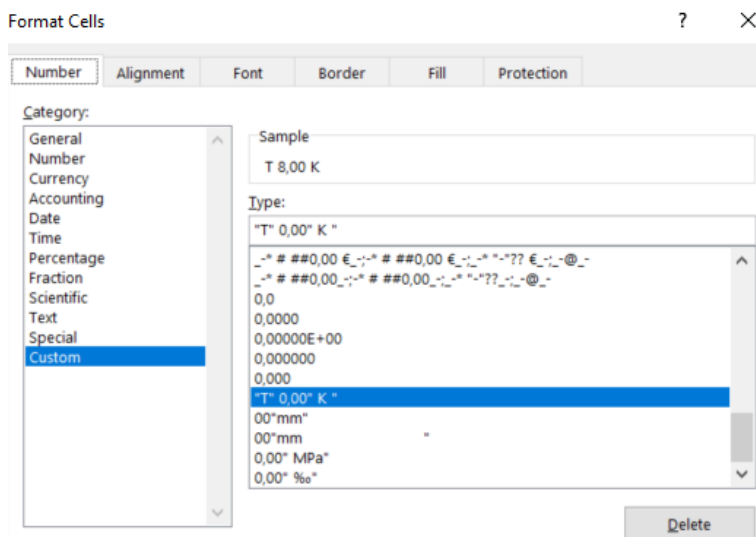
Figur 8. Formatting rule. (Winberg, 2021).

I detta fall är $D116 = A_{s,totk}$. Ifall $A_{s,totk}$ är större än $A_{s,vmax}$ färgläggs $A_{s,vmax}$ rött för att indikera användare vad som överskrids.

Andra delen är en kort beskrivning varför cellen är röd markerad görs med if funktion. $=IF(A_{s,vmax} < A_{s,totk}; "OBS! För mycket armering i A_{s,totk}";)$ Först kommer ett kort argument $A_{s,vmax} < A_{s,totk}$ nästa del är ifall det stämmer kommer det att visas "OBS! För mycket armering i $A_{s,totk}$ " och om argumentet är falskt så är det tomt.

I beräkningar har det skrivits in ett extra k eftersom det kommer ifrån korrigerad version när vissa värden räknas på nytt med korrigerad faktor, Excel klarar inte av flera celler med samma namn. Det är till ens egen fördel att namnge cellerna så långt som möjligt. Speciellt när det kommer till mera krävande beräkningar.

Börja med att högerklicka på den cellen som skall formateras. Välj Format cells och när Format cells har öppnats välj Custom. Under Type skrivs: "T" 0,00 "k" enligt figur 10. Kom ihåg att texten som skall synnas i cellen måste omringas av citeringstecken.



Figur 10. Formation av cell. (Winberg, 2021).

Till följande, referera vågrättarmeringen till cellen som just formaterades. Som resultat fås här 8,00. Referera högra cellen till det uträknade delningen på armeringen K. Nu borde det synas T 8,00 K 250 i de formaterade cellerna.

3.6 Granskning av beräkningsbotten

Granskning av beräkningsbotten är utförd i samband med Betongkonstruktioner 2 genom olika beräkningsexempel, var största delen av felet eliminerades. Jag har även matat in samma utgångsvärden i Tekla Tedds varefter resultatet var nästan identiska. Värdena kastar lite för att beräkningsmetoden är olika i Tekla Tedds så räknas det hur mycket en viss mängd av armering klarar av medan i arbetet räknas det ut hur mycket armering som krävs till en viss mängd last. Trots att beräkningsmetoden är olika så var många delsvar identiska.

4 Diskussion

I detta examensarbete har en Excel-beräkningsbotten utförts steg för steg. Med det här exemplet kan en byggstuderande vid sidan av studierna göra upp sina egna beräkningsbottnar i samband med de olika kurserna. Excel-beräkningsbottnar används även i företagsvärlden vid dimensionering av olika konstruktioner.

Exemplet på beräkningsbotten som används i detta examensarbete är för dimensionering av armeringen till en betongvägg. Utifrån exemplet kan studeranden fortsätta utveckla beräkningsbotten för andra dimensioneringsberäkningar och därmed får användbara verktyg för sin framtida karriär.

Jag har arbetat med olika dimensionsberäkningsbottnar i cirka två år vid sidan om kurserna. Under min praktik har jag märkt hur användbara beräkningsbottnar är för att snabbt dimensionera. Själv kommer jag säkerligen att fortsätta att dra nytta av beräkningsbottnar i framtiden, jag upplever att göra egna beräkningsbottnar som väldigt lärorikt och värt den tid som läggs på det.

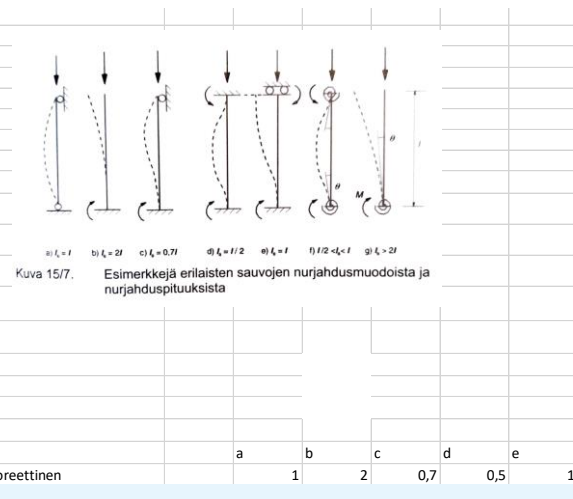
Nästa steg i utvecklingen av beräkningsbottnar kan vara att bekanta sig med programmeringsverktyget Visual Basic Application. Att använda VBA kan påskynda uppgörandet av nya beräkningsbottnar och göra det lättare för att utföra komplexa beräkningar. Jag hoppas att detta examensarbete kan vara användbart för flera studerade.

5 Källförteckning

- Lantushenko, V., Lipton, A., & Erkis, T. (2018). Teaching basic spreadsheet skills with peer tutoring. *Managerial Finance*, 885-901.
- Doyle, J. (2007). Spreadsheet software - an unappreciated engineering tool. *Machine Design*, 78,80,82.
- Ibrahim, D. (2009). Using the Excel spreadsheet in teaching science subjects. *Faculty of Engineering, Department of Computer Engineering, Near East University, Lefkosa 98010, North Cyprus*, 309-312.
- Lehtonen, M. (den 18 11 2021). Hämtat från Teräsbetonipilarin mitoitus: <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/124697/LehtonenMatias.pdf?sequence=2>
- Leikas, V. (2011). Hämtat från Pilarin jatkosliitoksen mitoitus ja mallintaminen: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/26168/Leikas_Ville.pdf?sequence=1&isAllowed=y den 19 22 2021
- Lindholm, M. (den 07 03 2014). *Läroplan 2018*. Hämtat från Yrkeshögskolan Novia: https://laroplaner.novia.fi/sbok2018/files/kompetenser/3500_2.pdf den 15 11 2021
- Nationalencyklopedin. (den 05 01 2022). *Dimensionering*. Hämtat från Nationalencyklopedin: <https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/dimensionering> den 20 12 2021
- SFS-EN 1992-1-1 + A1 + AC. (den 19 01 2015). Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. *Eurokoodi 2: Betonirakenteiden suunnittelu. Osa 1-1: yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt.*, 2. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.
- Skol ry. (den 09 11 2021). Eurocode laskentapohja_ SKOL_B9_Teräsbetonipilari_pyöreä_v1.6.
- Suomen Betoniyhdistys ry. (2014). *Betonirakenteiden suunnittelun oppikirja 2014 - osa 2*. Helsinki: BY -Koulutus Oy.
- Zsók, V., Horváth, Z., & Csató, L. (2013). *Central European Functional Programming School 5th Summer School, CEFPS 2013, Cluj-Napoca, Romania, July 8-20, 2013, Revised Selected Papers (1st ed. 2015)*. Romania: Springer International Publishing. Hämtat från <https://doi.org/10.1007/978-3-319-15940-9>

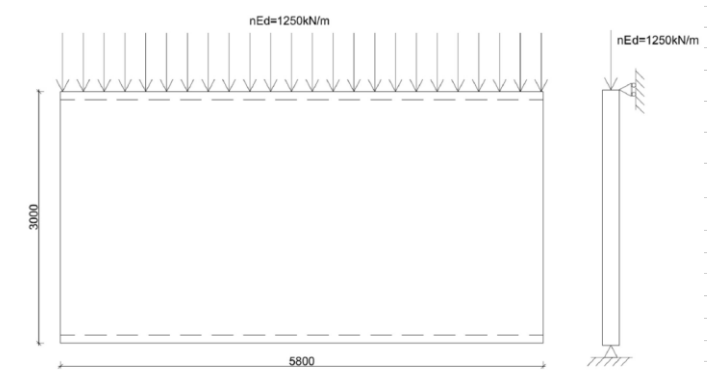
Bilaga 1. Inmatning-, beräknings- och resultatmodell. (1)

Beräkningsbotten Bärande vägg's armering utan tvärgående vägg (utan mellanvägg)			
Inputts			
Väggens höjd =>	L	3000	mm
väggens tjocklek (h)	ko	1	
väggens bredd från sidan (b)	h	200	mm
betongtäckskikt => C _{con}	b	5800	mm
	C _{con}	20	mm
Mitostillståndet		Normaltillståndet	
Betongkvalitet	C90/105	f _{cd} =>	51
Armeringskvalitet	B500B	f _{yd} =>	434,78261
Sement typ N - normalhårdande S - långsamt hårdnande R - snabbhårdande	N - normal		
Kosteus %	50%	40% kuiva sisällima	100%=vesi
Betonin ikk vuorokausina kuormittumisen aikaessa	t ₀	28	dvgn
on kuormituksen kesto vuorokausina (Livslängd på byggnaden)	t - t ₀	876000	dvgn
	e _{ria}	0	mm
Väggen belastas av en normalkraft som verkar ___mm excentriskt från väggens mittlinje	e _{ya}	70	mm
	N _{ed}	1250	kN/m
Normal hårdande cement	N		
Huvudarmering (lodrät armering)	φV	10	mm
			78,539816 mm ²
Vägrätarmering	φh	8	mm
			50,265482 mm ²
sätter A=>0,7 och B=>1,1 alltid (0,4)	A, λ	0,7	koeficient
	B, λ	1,1	koeficient
koeficient (Valigtvis C=10 med triangelformad linjelast) (Jämfördelad linjelast C=8)	ρ _{rel}	0,4	koeficient
α _s =1,0 (L ₀ < 4m) gäller när väggen är lägre än 4m	α _s	1	koeficient
α _m =1,0 (Enskild vägg)	α _m	1	koeficient



Betongkonstruktioner 2
9.11.2021

Dimensionering av vägg 9.11.21

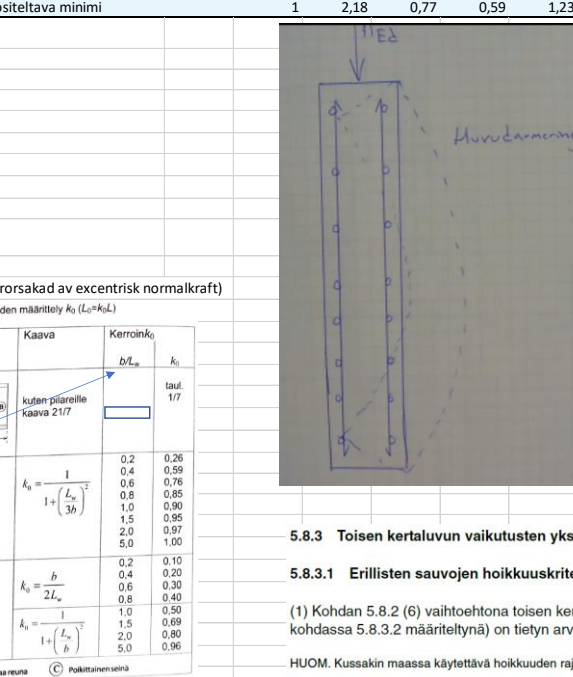


Dimensionera den bärande väggens armering.

- L=3000 mm (väggens höjd)
- h=200 mm (väggens tjocklek)
- b=5800 mm (väggens bredd)
- C_{con}=20mm
- C35/45 => f_{td}=19,8 MPa
- B500B => f_{yd}=435 MPa
- Huvudarmering φ_V = 10mm (lodrät armering)
- Vägrät armering φ_h = 8 mm
- Väggen inomhus i varma utrymmen
- Normalhårdande cement (N)

Väggen belastas av en normalkraft som verkar 70 mm excentriskt från väggens mittlinje. Normalkraftens dimensionerande värde: n_{ed} = 1250 kN/m

1: a ordningens moment (1-kertaluvun momentit)			
M _{1a} = n _{ed} * e _{ya}	M _{1a}	0	kN/m
M _{1a} = n _{ed} * e _{ya}	M _{1a}	87,5	kN/m
Minimimoment (Vähimmäsmomentit)			
e _{0,min} = max (h/30) eller 20mm	h/30	6,66666667	mm
	e _{0,min}	20	mm
M _{0,min} = e _{0,min} * N _{ed}	M _{0,min}	25,00	kNm
d = C _{con} + 1,1 * φ _h + ((1,1 * φ _V)/2)	d	34,3	mm
d _h = d	d _h	165,70	mm
Knäckningslängd (Nurjahduspuitus)			
Följande formel ledande anslutning kolla i by211, osa 2 sid. 158 Taulukko 1/8	h _{l,w}	1,93333333	
kon 1/(1+(L ₀ /b) ²) i detta fall dimensioneras som pelare (ledad i båda ändor)	k ₀	1	
L ₀ = k ₀ * L	L ₀	3	m
Slankhetstal (Hoikkusuuku)	i	0,057735027	m
λ = L ₀ / i	λ	51,96152423	
Gränslankhet (Rajahoikkusuuku)	n	0,12254902	
Relativa normalkraften n = n _{ed} / (f _{td} * h * e _{ya})	n	0,12254902	
r _m = n _{ed} / m _{1a}	r _m	0	
C=1,7-r _m	C	1,7	
sätter A=>0,7 och B=>1,1	A, λ	0,7	
λ _{lim} = 20 * A * B * C * 1/SQRT(n)	λ _{lim}	74,7850385	



5.8.3 Toisen kertaluvun vaikutusten yksinkertaistettuja kriteerejä

5.8.3.1 Erillisten sauvojen hoikkusuukriteeri

(1) Kohdan 5.8.2 (6) vaihtoehtona toisen kertaluvun vaikutukset voidaan jättää huomiotta, jos hoikkusuu λ (seuraavassa kohdassa 5.8.3.2 määritellyn) on tietyn arvon λ_{lim} alapuolella.

HUOM. Kussakin maassa käytettävä hoikkusuun raja-arvo λ_{lim} voidaan esittää kansallisessa liitteessä. Suositusarvo on

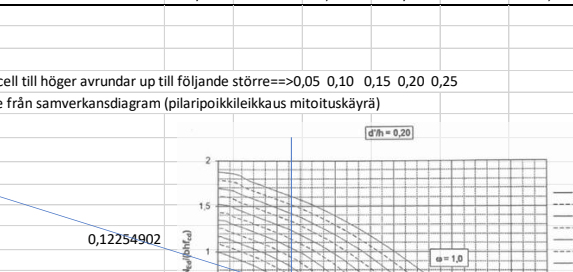
$$\lambda_{lim} = 20 \cdot A \cdot B \cdot C / \sqrt{n} \quad (5.13N)$$

- missä
- A = 1/(1 + 0,2φ_h) (jos virumisaste φ_h ei tunneta, voidaan käyttää arvoa A = 0,7)
 - B = √(1 + 2e) (jos mekaanista rauditusuhdeta ei tunneta, voidaan käyttää arvoa B = 1,1)
 - C = 1,7 - r_m (jos päämomenttien suhdetta r_m ei tunneta, voidaan käyttää arvoa C = 0,7)
 - φ_h = virumisaste, ks. kohta 5.8.4
 - e = A_{sv} / (A_{sv} + A_{sd}); mekaaninen rauditusuhde
 - A_{sv} on pääsuudoituksen kokonaisala
 - n = n_{ed} / (A_{sv} * f_{td}) on suhteellinen normaaliavoima
 - r_m = M₀₂ / M₀₁ on päämomenttien suhde
 - M₀₁, M₀₂ ovat ensimmäisen kertaluvun päämomentit siten, että |M₀₂| ≥ |M₀₁|

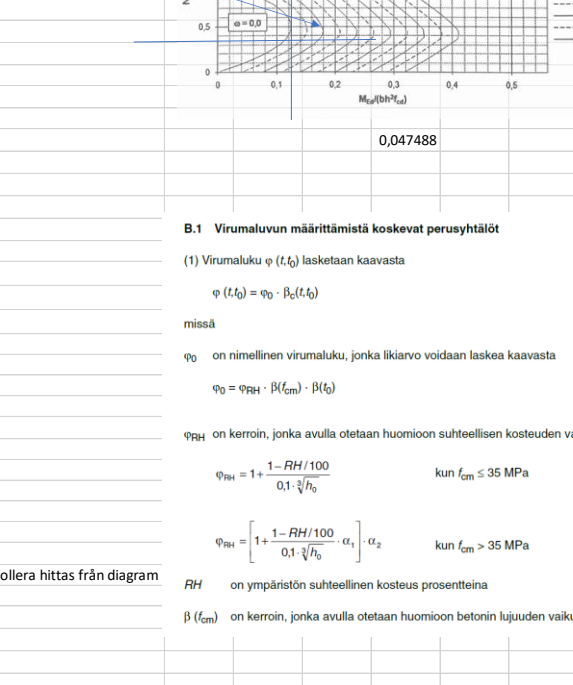
1: a ordningens dimensionerande moment (1. kertaluvun mitoitusmomentit)			
Tiläjäexcentricitet pga. mätavvikelser (oavstligg excentricitet) (By 211 osa 2. elv. 41a/7)	α _s	1	
α _s =1,0 (L ₀ < 4m) gäller när väggen är lägre än 4m	α _s	1	
β ₁ = (α _s * α _m) / 200	β ₁	0,005000	
e ₁ = β ₁ * (L ₀ / 2)	e ₁	0,0075	m
M ₀₂ = e ₁ * N _{ed} + M _{1a}	M ₀₂	96,875	kNm/m
M ₀₁ = e ₁ * N _{ed} + M _{1a}	M ₀₁	9,375	kNm/m
Ekvivalenta moment M ₀₂ = max (0,6 * M ₀₂ + 0,4 * M ₀₁) eller (0,4 * M ₀₂)	M ₀₂	6,875	kNm/m
2: a ordningens dimensionerande moment (2. kertaluvun mitoitusmomentit enligt metoden för nominell krökning)			
e _{ya} = f _{ed} / ε	e _{ya}	0,002173913	
1/f _{td} = ε _{yk} / (0,45 * d)	1/f _{td}	2,91546E-05	
1/r = K ₁ * K ₂ * (1/f _{td}) (Här sätts både K ₁ => 1,0 & K ₂ => 1,0)	1/r	2,91546E-05	34299,9 mm
Böjning e ₂ = (1/r) * (L ₀ ² / C)	e ₂	0,026239144	m
M ₁ = e ₂ * N _{ed}	M ₁	32,7892944	kNm/m
Dimensionerande moment M ₁₀ = max (m _{10,min}) el. (m ₁₀ + m ₂) el. (m ₁₀)	M ₁₀	96,875	kNm/m

2: a ordningens moment behövs ej tas i beaktande eftersom λ < λ _{lim}			
			90
			25
			96,875 kNm/m
			96,875 kNm/m

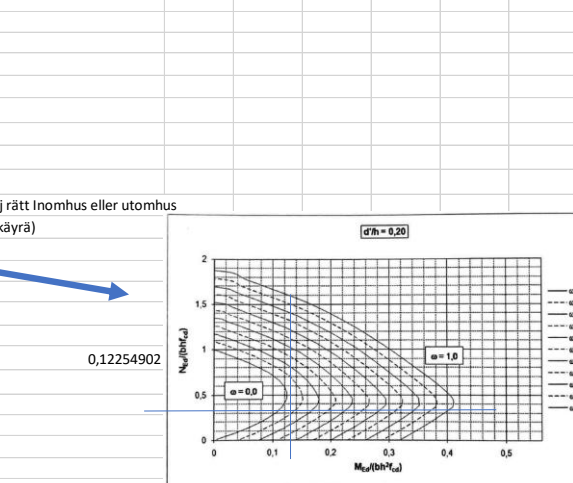
Dimensionering av tvärsnittet			
Relativa böjmoment μ = M ₁₀ / (b * h ² * f _{td})	μ	0,04748745	
n = N _{ed} / (b * h * f _{td})	n	0,12254902	
d/h	d/h	0,1715	0,20 Kontrollera att cell till höger avrundar upp till följande större => 0,05 0,10 0,15 0,20 0,25
Välj följande större samverksdiagram 0,05 0,10 0,15 0,20 0,25	ω	0,08	OBS! Måste ändra värde, läsa in rätt värde från samverksdiagram (pilarpöjlekkauss mitoituskäyrä)
A _{s,0,02} = ω * b * h * (f _{td} / f _{td}) alltid i väggdimensionering => b=1000mm	A _{s,0,02}	1876,8	mm ²
Huvudarmering => lodrät armering	A _{sv}	78,53981634	mm ²
K = A _s / A _{s,0,02} = 2 * (A _{sv} / A _{s,0,02}) delningen på Huvudarmering	K	0,083695456	
	K	83,69545646	mm
Sänkte ner på delningen pga. arbetstekniska skäl	K	50	mm
Då blir A _{s,tot} verkliga armeringsmängden =>	A _{s,tot}	3141,592654	mm ² /m



OBS! måste kolla noga ifall man inte behöver ta i beaktande 2: ordningens moment i så fall blir k dimensionerande och måste kolla cell D127 till K och ante K, k			
Gränsvärde av korrigeringsfaktorn inverkan	r _{nk}	1,080	
(r _{nk} - n) / (n _u - n _{bal})	r _{nk}	1,408	
Inverkan av normalkraft K = min ((n _u - n) / (n _u - n _{bal})) eller 1,0	K	1,000	
β = 0,25 + ((f _{td} / 200) - (n _u / 150))	β	0,45389838	
on poikkeileikkauksen muunnettu paksuus h ₀ = 2 * h * b / (2 * b)	h ₀	200	mm
β (f _{td}) on kerroin, jonka avulla otetaan huomioon betonin lujuuden vaikutus nimelliseen virumalukuun	β _{lim}	1,697056275	
β (f _{td}) = 16,8 / sqrt(f _{td})	β _{lim}	1,697056275	
β (t ₀) on kerroin, jonka avulla otetaan huomioon betonin kuormittumisen alkamisajan vaikutus nimelliseen virumalukuun	β ₀	0,488449545	
β (t ₀) = 1 / (0,10 + (t ₀ * 0,20))	β ₀	0,488449545	
φ _{RH} on kerroin, jonka avulla otetaan huomioon suhteellisen kosteuden vaikutus nimelliseen virumalukuun	α ₁	0,486395309	
Koeficient a1 (Nationella bilaga B.1(1)): α ₁ = (35 MPa / f _{cm}) ^{0,7}	α ₂	0,813895025	
Koeficient a2 (Nationella bilaga B.1(1)): α ₂ = (35 MPa / f _{cm}) ^{0,2}	α ₃	0,597614305	
Koeficient a3 (Nationella bilaga B.1(1)): α ₃ = (35 MPa / f _{cm}) ^{0,5}	α ₄	1,152363151	
kun f _{cm} > 35 MPa φ _{RH} = 1 + ((1 - RH) / 100%) / (0,1 mm - 1/3 * (h ₀ / 1,3)) * α ₁ * α ₂	α ₄	1,854989793	
kun f _{cm} ≤ 35 MPa φ _{RH} = 1 + ((1 - RH) / 100%) / (0,1 mm - 1/3 * (h ₀ / 1,3))	α ₄	1,152363151	
Välj vilken beredande på f _{cm} , väljer någon av de ovanstående	φ _{RH}	1,152363151	
φ ₀ on nimellinen virumaluku, jonka likiarvo voidaan laskea kaavasta	φ ₀	0,95224199	
φ ₀ = φ _{RH} * β (f _{td}) * β (t ₀)	φ ₀	0,95224199	
β ₁ on kerroin, joka riippuu suhteellisesta kosteudesta (RH prosentteina) ja poikkeileikkauksen muunnettu paksuudesta (h ₀ [mm]).	β ₁	0,95224199	
β ₁ = 1,5 * (1 + (0,012 RH) / 18) h ₀ + 250 ≤ 1,500 kun f _{cm} ≤ 35	β ₁	499,4340442	1,500 α ₃ = 896,42146
β ₁ = 1,5 * (1 + (0,012 RH) / 18) h ₀ + 250 α ₃ ≤ 1,500 α ₃ kun f _{cm} > 35	β ₁	499,4340442	
β ₂ (t ₀) on kerroin, joka kuvaa virumisen kehittymistä ajan myötä kuormittumisen jälkeen	β ₂ (t ₀)	0,999846136	
β ₂ (t ₀) = (1 - t ₀) / (β ₁ + t ₀) * 0,3	β ₂ (t ₀)	0,999846136	
Virumaluku φ (t ₀) lasketaan kaavasta φ (t ₀) = φ ₀ * β ₂ (t ₀)	φ (t ₀)	0,95077224	Finns även förhand att kontrollera hittas från diagram
φ _{ef} = φ (t ₀) * (M ₀₂ / M ₁₀) i beräkningarna får vi anta (M ₀₂ / M ₁₀) = 0,7	φ _{ef}	0,668554057	
Inverkan av knypning K ₀ = max (1 + β * φ _{ef}) eller 1,0	K ₀	1,303249327	
Korjattu Kaarevus	K ₀	1,303249327	

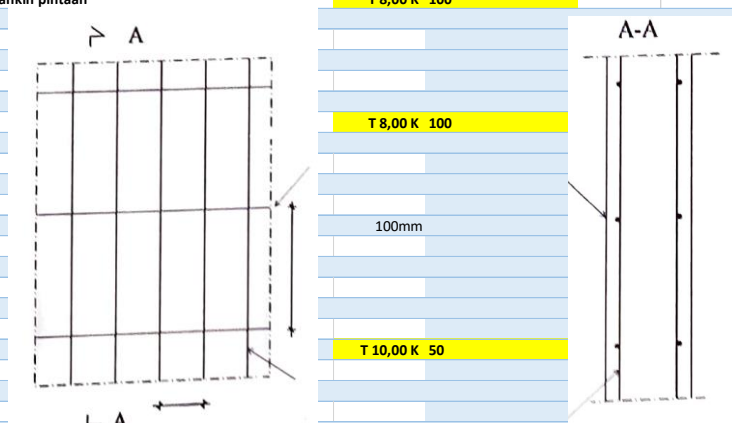


Välj följande större samverksdiagram 0,05 0,10 0,15 0,20 0,25			
A _{s,0,02} = ω * b * h * (f _{td} / f _{td}) alltid i väggdimensionering => b=1000mm	A _{s,0,02,k}	2346	
K = A _s / A _{s,0,02} = 2 * (A _{sv} / A _{s,0,02}) delningen på Huvudarmering	K	0,066956365	
	K	66,95636517	mm
Delningen sänks pga. arbetstekniska skäl	K	50	mm
Då blir A _{s,tot} verkliga armeringsmängden =>	A _{s,tot,k}	3141,592654	mm ² /m
Lopullinen pystyraudoitus			
Minimiarmeringskrav A _{s,min} = 0,002 * A _c Vähimmäispinta-ala	A _{s,min}	400	mm ² /m
Maximiarmering A _{s,max} = 0,06 * A _c Enimmäispinta-ala	A _{s,max}	12000	mm ² /m
Max avstånd mellan stängerna S _{con} = min (3h) eller 400mm	3h	600	mm
Väljään pystyraudoitus seinään kumpaankin pintaan			T 10,00 K 50



Vaakaradoitus			
0,001 * A _c	200	mm ² / m	
A _{s,min}	392,6990817	mm ² / m	
K	0,128	mm	
k	128	mm	

Väljään vaakaradoitus seinään kumpaankin pintaan			
			T 8,00 K 100
			T 8,00 K 100
			100mm
			T 10,00 K 50
Resultat:			
Lodrät armering	T 10,00 K 50	i väggens bägge ytor	
Vägrät armering	T 8,00 K 100	i väggens bägge ytor	



Bilaga 2. Databladssidan. (1)

Taulukko 3.1 Betonin lujuus- ja muodonmuutosominaisuudet														
Betonin lujuusluokkia Analyttinen yhteys/viittaus														
	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60	C55/67	C60/75	C70/85	C80/95	C90/105
f_{ck} (MPa)	12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90
$f_{ck, cube}$ (MPa)	15	20	25	30	37	45	50	55	60	67	75	85	95	105
f_{cm} (MPa)	20	24	28	33	38	43	48	53	58	63	68	78	88	98
$f_{cm, 0.05}$ (MPa)	1,6	1,9	2,2	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,2	4,4	4,6	4,8	5
$f_{ck, 0.05}$ (MPa)	1,1	1,3	1,5	1,8	2	2,2	2,5	2,7	2,9	3	3,1	3,2	3,4	3,5
$f_{ck, 0.95}$ (MPa)	2	2,5	2,9	3,3	3,8	4,2	4,6	4,9	5,3	5,5	5,7	6	6,3	6,6
E_{cm} (GPa)	27	29	30	31	33	34	35	36	37	38	39	41	42	44
ϵ_{c1} (%)	1,8	1,9	2	2,1	2,2	2,25	2,3	2,4	2,45	2,5	2,6	2,7	2,8	2,8
ϵ_{cu1} (%)	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,2	3	2,8	2,8
ϵ_{c2} (%)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6
ϵ_{cu2} (%)	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,1	2,9	2,7	2,6	2,6
n	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1,75	1,6	1,45	1,4	1,4
ϵ_{c3} (%)	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,8	1,9	2	2,2	2,3
ϵ_{cu3} (%)	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,1	2,9	2,7	2,6	2,6
η	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,975	0,95	0,9	0,85	0,8
λ	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7875	0,775	0,75	0,725	0,7

Index för betongkvalitet nummer 14		
	C90/105	Vald betongkvalitet
C12/15	f_{ck}	90,00 MPa
C16/20	$f_{ck, cube}$	105,00 MPa
C20/25	f_{cm}	98,00 MPa
C25/30	$f_{cm, 0.05}$	5,00 MPa
C30/37	$f_{ck, 0.05}$	3,50 MPa
C35/45	$f_{ck, 0.95}$	6,60 MPa
C40/50	E_{cm}	44,00 MPa
C45/55	ϵ_{c1}	2,80 %
C50/60	ϵ_{cu1}	2,80 %
C55/67	ϵ_{c2}	2,60 %
C60/75	ϵ_{cu2}	2,60 %
C70/85	n	1,40 %
C80/95	ϵ_{c3}	2,30 %
C90/105	ϵ_{cu3}	2,60 %
	f_{cm}	2,33 MPa
	$f_{cm, 0.05}$	51,00 MPa
	$f_{cm, 0.95}$	1,40 MPa
	η	42,00 MPa
	λ	0,8
		0,7

Normaalisti vallitseva ja tilapäinen														
Räknat med betonnin γ_c	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60	C55/67	C60/75	C70/85	C80/95	C90/105
f_{ctd} (MPa)	0,73	0,87	1,00	1,20	1,33	1,47	1,67	1,80	1,93	2,00	2,07	2,13	2,27	2,33
f_{td} (MPa)	6,80	9,07	11,33	14,17	17,00	19,83	22,67	25,50	28,33	31,17	34,00	39,67	45,33	51,00
$f_{ctd, pl}$ (MPa)	0,44	0,52	0,60	0,72	0,80	0,88	1,00	1,08	1,16	1,20	1,24	1,28	1,36	1,40
$f_{td, pl}$ (MPa)	5,60	7,47	9,33	11,67	14,00	16,33	18,67	21,00	23,33	25,67	28,00	32,67	37,33	42,00

3.1.6 Puristuslujuuden ja vetolujuuden mitoitusarvot
 (1)P Puristuslujuuden mitoitusarvo määritellään kaavalla
 $f_{td} = \alpha_{cc} f_{ct} / \gamma_c$ (3.15)
 missä
 γ_c on betonin osavarmuusluku, ks. kohtaa 2.4.2.4 ja
 α_{cc} on kerroin, jonka avulla otetaan huomioon puristuslujuuteen vaikuttavat pitkäaikaistekijät ja kuuman vaikuttamistavasta aiheutuvat epäedulliset tekijät.
 HUOM. Kussakin maassa käytettävä kerroin α_{cc} arvo voidaan vaihtaa 0,8 ja 1,0 ja se voidaan esittää kansallisessa liitteessä. Suositusarvo on 1.
 (2)P Vetolujuuden mitoitusarvo f_{ctd} määritellään kaavalla
 $f_{ctd} = \alpha_{ct} f_{ct, 0.05} / \gamma_c$ (3.16)
 missä
 γ_c on betonin osavarmuusluku, ks. kohtaa 2.4.2.4 ja
 α_{ct} on kerroin, jonka avulla otetaan huomioon vetolujuuteen vaikuttavat pitkäaikaistekijät ja kuuman vaikuttamistavasta aiheutuvat epäedulliset tekijät.
 HUOM. Kussakin maassa käytettävä kerroin α_{ct} arvo voidaan esittää kansallisessa liitteessä. Suositusarvo on 1,0.

betoniteräksen γ_s 1,15

Armeringen	B400B	B500B	B600B	B700B
f_{yk} (MPa)	400	500	600	700
E_s (MPa)	200000	200000	200000	200000
f_{yd} (MPa)	347,826087	434,782609	521,73913	608,695652
E_{yd} (MPa)	0,00173913	0,00217391	0,0026087	0,00304348

B400B
B500B
B600B
B700B

Namngivna	Index
Vald:	B500B
f_{yk}	500 MPa
E_s	200000 MPa
f_{yd}	434,782609 MPa
E_{yd}	0,00217391
$A_{\phi V}$	78,5398163 mm ²
$A_{\phi h}$	50,2654825 mm ²
ϕV	10 mm
ϕh	8 mm
α_{s1}	4
α_{s2}	0,12
f_{ctd}	10 MPa
RH	50 %
RH ₀	100 %

Armeringen	mm	mm ²
6	28,2743339	
8	50,2654825	
10	78,5398163	
12	113,097336	
16	201,06193	
20	314,159265	
25	490,873852	
32	804,247719	

Kuivumiskustuman määrittämisen perusyhtälöt
 Cement typ: 2
 N - normal α_{s1} α_{s2}
 S - slow 3 0,13
 N - normal 4 0,12
 R - rapid 5 0,11
 α_{s2} on kerroin, joka riippuu sementin tyyppistä
 = 0,13, kun sementti on S-tyyppiä
 = 0,12, kun sementti on N-tyyppiä
 = 0,11, kun sementti on R-tyyppiä
 Kosteus % 6
 0% Kuiva
 10%
 20%
 30% kuiva ilma
 40%
 50%
 60%
 70% ulko ilma
 80%
 90%
 100% Vesi

Taulukko 2.1N Murtoarvojen materiaalisovamussuhteet			
Mitoituslanteet	betonin γ_c	betoniteräksen γ_s	jänneteräksen γ_s
Normaalisti vallitseva ja tilapäinen	1,5	1,15	1,15
Onnettomuus	1,2	1,0	1,0

$f_{ct} = 0,9 f_{ct, sp}$
 (9) Vetolujuuden kehittymiseen ajan myötä vaikuttavat suuresti jälkihoito- ja kuivumisolosuhteet sekä rakennus-Ensimmäisenä approksimaationa voidaan olettaa, että vetolujuus $f_{ctm}(t)$ on
 $f_{ctm}(t) = (\beta_{cc}(t))^\alpha \cdot f_{ctm}$
 missä $\beta_{cc}(t)$ seuraa yhtälöstä (3.2) ja
 $\alpha = 1$ kun $t < 28$
 $\alpha = 2/3$ kun $t \geq 28$. Vetolujuuden f_{ctm} arvot esitetään taulukossa 3.1.

Oarmerade betongkonstruktioner använd av följande	
$\alpha_{cc, pl} =$	0,7
$\alpha_{ct, pl} =$	0,6

Dimensioneringsvärde för tryckhållfasthet och draghållfasthet 3.1.6(1)P
 Som värde för koefficienten α_{cc} 0,85

FINLAN
Konstrukti
s.27

